



## **Dissertação de Mestrado**

**EFEITO DO GELO NA PROPRIOCEÇÃO DO OMBRO  
EM ATLETAS DE BADMINTON**

**Nuno André dos Santos Tavares**

**Orientadora:** Professora Doutora Maria António Castro

*Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de  
Mestre em Fisioterapia, Especialização de Movimento Humano.*

Coimbra  
2017

## **Dissertação de Mestrado**

**EFEITO DO GELO NA PROPRIOCEÇÃO DO OMBRO  
EM ATLETAS DE BADMINTON**

**Nuno André dos Santos Tavares**

**Orientadora:** Professora Doutora Maria António Castro

*Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de  
Mestre em Fisioterapia, Especialização de Movimento Humano.*

Coimbra  
2017

*Para ser grande, sê inteiro: nada  
Teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és  
No mínimo que fazes.  
Assim em cada lago a lua toda  
Brilha, porque alta vive.*

***Ricardo Reis***

## Lista de abreviaturas

APAS	<i>Ariel Performance Analysis System</i>
BWF	<i>Badminton World Federation</i>
CCA	Cadeia cinemática aberta
CCF	Cadeia cinemática fechada
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
DP	Desvio padrão
cm	Centímetro(s)
EA	Erro absoluto
ER	Erro relativo
EV	Erro variável
EVA	Escala visual analógica
ex	Exemplo(s)
<i>f</i>	Frequência
g	Gramas
°	Grau(s)
° C	Grau(s) centígrado(s)
°/s	Grau(s) por segundo
GC	Grupo controlo
GE	Grupo experimental
<i>Hz</i>	<i>Hertz</i>
♂	Homem(ns)
IMC	Índice de massa corporal
MMII	Membro inferior(es)
MMSS	Membro superior(es)
mm	Milímetro(s)
min	Minuto(s)
MA	Movimento ativo
MP	Movimento passivo

---

N.m	Newton metro
♀	Mulher(es)
Pág.	Página
PI	Posição inicial
PF	Posição final
<i>p</i>	<i>p-value</i>
kg	Quilograma(s)
RE	Rotação externa
RI	Rotação interna
SNC	Sistema nervoso central
SPA	Sensação de posição articular
STM	Sensação de tensão muscular

---

## Resumo

**FUNDAMENTO:** Cerca de metade das investigações até ao momento, defende que a aplicação de gelo interfere de forma significativa na proprioceção. Maioritariamente os estudos têm-se centrado na componente da sensação de posição articular (SPA) e na articulação do joelho, utilizando como amostra pessoas ativas não atletas. **OBJETIVO:** Analisar a influência da aplicação de um método de crioterapia na proprioceção do ombro em atletas de badminton. **METODOLOGIA:** A amostra foi constituída por 30 atletas federados de badminton (15 ♀ e 15 ♂), com uma média de idades de  $21,00 \pm 5,60$  anos e com  $8,40 \pm 6,93$  anos de experiência na modalidade. Cada participante foi avaliado em vários momentos temporais (T0, T1, T2, T3 e T4) nas componentes da proprioceção SPA e sensação de tensão muscular (STM). O movimento analisado foi a diagonal para extensão do ombro dominante, através do dinamómetro isocínético *Biodex System 3*. A amplitude alvo dos testes foi de  $149^\circ$  da diagonal do ombro, valor correspondente ao momento de impacto da raquete no volante nos principais batimentos de badminton acima da cabeça. Todos os atletas efetuaram o procedimento experimental onde receberam uma aplicação de 1 kg de gelo sólido em cubo, dentro de um saco plástico, durante 15 min e um procedimento controlo onde não fizeram nenhuma intervenção terapêutica. Os resultados registados foram o erro absoluto (EA), erro relativo (ER) e erro variável (EV) de ambas as componentes. Toda a análise estatística foi efetuada através do *software PASW Statistics 18*. **RESULTADOS:** Não existem alterações estatisticamente significativas ( $p\text{-value} > 0,05$ ) na SPA e STM após a intervenção, bem como ao longo dos 30 min seguintes. Nenhuma diferença entre géneros se revelou estatisticamente significativa. **CONCLUSÃO:** Após esta técnica de crioterapia, os atletas de badminton de ambos os géneros poderão voltar imediatamente à prática da modalidade, pois não parece existir um risco aumentado de lesão associado a um défice de proprioceção.

**PALAVRAS CHAVE:** crioterapia, proprioceção, SPA, STM, badminton.

## ***Abstract***

*BACKGROUND: About half of the investigations so far, defends that an application of ice interferes significantly in proprioception. Most studies have focused on the joint position sense component and the knee joint, using the model of active non-athletes. PURPOSE: To analyze the influence of the cryotherapy application on shoulder proprioception in badminton athletes. METHODOLOGY: A sample of 30 federated badminton athletes (15 ♀ and 15 ♂), with a mean age of  $21.00 \pm 5.60$  years and  $8,40 \pm 6,93$  years of experience in the sport. Each participant was evaluated at various different times (T0, T1, T2, T3 and T4) in the components of the joint position sense and force sense, at diagonal movement to extend the dominant shoulder through the isokinetic dynamometer Biodex System 3. The target amplitude of the tests was  $149^\circ$  from the diagonal of the shoulder, value that corresponds to the moment of impact of the racket on shuttlecock, at the main beats of badminton above the head. All athletes performed the experimental procedure in a unit of application of 1 kg of solid cubed ice in a plastic bag for 15 minutes and a control procedure of not doing any therapeutic intervention. The results recorded were absolute error, relative error and variable error. All statistical analysis was performed using PASW Statistics 18 software. RESULTS: There were no statistically significant changes ( $p$ -value  $> 0.05$ ) in joint position sense and force sense after an intervention, as well as during the next 30 minutes. No difference between genders was statistically significant. CONCLUSION: After this cryotherapy technique, badminton athletes of both sexes, can immediately return to the practice of the modality, therefore there is no increased risk of injury associated with a proprioception deficit.*

*KEYWORDS: cryotherapy, proprioception, joint position sense, force sense, badminton.*

# Índice

<b>CAPÍTULO I: Introdução .....</b>	<b>14</b>
Enquadramento do estudo .....	15
Objetivos do estudo.....	16
Estrutura do trabalho .....	16
<b>CAPÍTULO II: Revisão da literatura .....</b>	<b>17</b>
Proprioceção .....	18
Avaliação da proprioceção .....	18
<b>Crioterapia aplicada a condições músculo-esqueléticas.....</b>	<b>19</b>
Efeito da crioterapia na proprioceção.....	20
Efeito da crioterapia na SPA .....	20
Efeito da crioterapia na SPA do joelho .....	20
Efeito da crioterapia na SPA do tornozelo .....	28
Efeito da crioterapia na SPA do ombro.....	31
Efeito da crioterapia na cinestesia .....	34
Efeito da crioterapia na STM .....	34
Epidemiologia das lesões no badminton .....	37
<b>CAPÍTULO III: Metodologia da investigação .....</b>	<b>39</b>
Desenho do estudo .....	40
População em estudo.....	40
Critérios de inclusão.....	40
Critérios de exclusão.....	40
Caracterização da amostra .....	41
Local do estudo.....	43
Material e instrumentos utilizados .....	43
Procedimentos da recolha de dados .....	44
Variáveis em estudo .....	50
Processamento das variáveis em estudo.....	51
Análise estatística.....	52
ESTUDO PILOTO.....	54
<b>CAPÍTULO IV: Apresentação e discussão dos resultados .....</b>	<b>63</b>
Análise descritiva dos resultados .....	64
Alterações na proprioceção após a aplicação de gelo .....	65
Efeito do gelo na proprioceção ao longo do tempo.....	68
Comparação de resultados entre géneros .....	70

Análise dos resultados dividindo a amostra em dois subgrupos .....	71
Variância entre o género masculino e feminino.....	76
Varição da temperatura superficial do ombro .....	77
Limitações do estudo.....	79
<b>CAPÍTULO V: Conclusões.....</b>	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO VI: Referências bibliográficas .....</b>	<b>82</b>

# Índice de Figuras

- **Figura 1:** Média e DP da massa magra (kg) total e de cada segmento corporal em função do género. (pág. 42)
- **Figura 2:** Médias e DP da massa gorda (%) total e de cada segmento corporal em função do género. (pág. 43)
- **Figura 3:** *Setup* com todo o material utilizado no momento da recolha dos dados. (pág. 44)
- **Figura 4:** Posição do dinamómetro isocinético e respetivo adaptador para avaliar o ombro. (pág. 45)
- **Figura 5:** Posição do participante no momento da recolha de dados. (pág. 46)
- **Figura 6:** Ordem temporal da recolha de dados efetuada neste estudo longitudinal. (pág. 47)
- **Figura 7:** Aplicação de gelo nos atletas. (pág. 48)
- **Figura 8:** Avaliação da SPA ativa do atleta. (pág. 49)
- **Figura 9:** Trajetórias do *clear*, *amortie* e remate. (pág. 57)
- **Figura 10:** Esquema da disposição espacial da recolha de dados. (pág. 59)
- **Figura 11:** Análise do ângulo de flexão do ombro recorrendo ao programa *Kinovea* – versão 15. (pág. 59)
- **Figura 12:** Ordem temporal final dos procedimentos utilizados na análise de dados. (pág. 65)
- **Figura 13:** Médias do EA, ER e EV da SPA, nos vários momentos de medição, de acordo com o género do atleta. (pág. 71 e 72)
- **Figura 14:** Médias do EA, ER e EV da STM, nos vários momentos de medição, de acordo com o género do atleta. (pág. 74 e 75)
- **Figura 15:** Diferenças na variação da temperatura superficial do ombro ao longo do tempo entre género feminino e masculino. (pág. 78)

# Índice de Tabelas

- **Tabela 1:** Resumo da literatura científica encontrada que analisa o efeito da crioterapia na SPA do joelho. (pág. 25, 26 e 27)
- **Tabela 2:** Resumo da literatura científica encontrada que analisa o efeito da crioterapia na SPA do tornozelo. (pág. 30)
- **Tabela 3:** Resumo da literatura científica encontrada que analisa o efeito da crioterapia na SPA do ombro. (pág. 33)
- **Tabela 4:** Análise descritiva das variáveis quantitativas do estudo. (pág.41)
- **Tabela 5:** Diferenças entre os batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate. (pág. 57)
- **Tabela 6:** Caracterização da amostra do estudo piloto. (pág. 58)
- **Tabela 7:** Posição angular de flexão do ombro no momento de impacto no volante durante os batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate e respetiva análise de variância entre as 30 repetições de cada batimento. (pág. 60)
- **Tabela 8:** Médias e respetivos DP do EA, ER e EV da SPA, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4. (pág. 64)
- **Tabela 9:** Médias e respetivos DP do EA, ER e EV da STM, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4. (pág. 64)
- **Tabela 10:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da SPA, entre o momento T1 e T2 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*. (pág. 65)
- **Tabela 11:** Comparação dos resultados obtidos na presente investigação, com o estudo efetuado por *Geoffrey Dover* e *Michael E. Powers* no ano de 2014. (pág. 66)
- **Tabela 12:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da STM, entre o momento T1 e T2 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*. (pág. 67)
- **Tabela 13:** Comparação do EA, ER e EV da SPA e da STM entre os momentos T1 e T2. (pág. 68)
- **Tabela 14:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da SPA, entre o momento T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*. (pág. 69)
- **Tabela 15:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da STM, entre o momento T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*. (pág. 69)
- **Tabela 16:** Médias e respetivos DP do EA, ER e EV da SPA, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4, tendo em conta o género do atleta. (pág. 71)
- **Tabela 17:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da SPA, entre o momento T1-T2, T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*, tendo em conta o género do atleta. (pág. 72)
- **Tabela 18:** Médias e respetivos DP do EA, ER e EV da STM, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4, tendo em conta o género do atleta. (pág. 74)
- **Tabela 19:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da STM, entre o momento T1-T2, T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*, tendo em conta o género do atleta. (pág. 76)
- **Tabela 20:** Significância estatística da variância entre o sexo masculino e feminino, no que diz respeito ao EA, ER e EV da SPA e STM, nos momentos T1, T2, T3 e T4. (pág. 77)

- **Tabela 21:** Variação da temperatura superficial do ombro ao longo do tempo. (pág. 78)
- **Tabela 22:** Significância estatística da variância entre gênero masculino e feminino, no que diz respeito à temperatura superficial do ombro, nos momentos T0, T1, T2, T3 e T4. (pág. 78)

# Índice de Apêndices

- **Apêndice 1:** Síntese dos resultados dos estudos encontrados relativos ao efeito da crioterapia na SPA do joelho, tornozelo e ombro.
- **Apêndice 2:** Consentimento Informado, Livre e Esclarecido com uma declaração para os pais autorizarem a participação de atletas com menos de 18 anos.
- **Apêndice 3:** Grelha com a ordem das componentes a avaliar.
- **Apêndice 4:** Explicação inicial da experiência ao participante.
- **Apêndice 5:** Folha de registo dos resultados obtidos.
- **Apêndice 6:** Cálculo da distribuição das variáveis.

# **CAPÍTULO I**

---

## **Introdução**

## 1. Enquadramento do estudo

A proprioção baseia-se na transmissão ao SNC de informações aferentes provenientes dos mecanorreceptores do músculo, tendão, cápsula articular, ligamento e pele (Röijezon, Clark, & Treleaven, 2015). Sempre que se pretende efetuar uma avaliação quantitativa da proprioção recorre-se à medição de 3 componentes: SPA, cinestesia e STM. A SPA avalia a precisão e exatidão do reposicionamento de uma articulação num determinado ângulo pré-determinado, a cinestesia mede a capacidade de perceber movimento na articulação e a STM avalia a habilidade de perceber e produzir uma força submáxima pré-determinada e reproduzida anteriormente (Furmanek, Słomka, & Juras, 2014; Proske & Gandevia, 2012; Röijezon et al., 2015).

Nos últimos anos têm sido efetuadas várias investigações com o intuito de compreender quais as implicações dos métodos de crioterapia na proprioção. Após uma análise cuidada destes estudos constatou-se que não existe consenso no que diz respeito às conclusões obtidas pelos autores. Verificou-se também que existe apenas um estudo (Surenkok, Aytar, Akman, & Tüzün, 2008) cuja amostra são atletas, a grande maioria utiliza uma amostra de indivíduos normais e no final generaliza as conclusões obtidas para um contexto desportivo. Conjuntamente estas investigações analisam maioritariamente a componente da SPA e a articulação do joelho, deixando a dúvida se os resultados encontrados serão semelhantes nas restantes componentes da proprioção ou se variam de articulação para articulação. Constatou-se ainda que determinadas questões sobre este tema ainda se encontram muito pouco analisadas, como é o caso das possíveis diferenças entre o género masculino e feminino ou a quantidade de tempo necessário para os valores de proprioção voltarem ao normal.

O badminton é um desporto de raquete onde não existe contacto com o adversário e que requer dos atletas a realização repetida de saltos, afundos, mudanças de direção e movimentos rápidos dos MMSS em diversas posições posturais (Shariff, George, & Ramlan, 2009). Nesta modalidade, as lesões ocorrem principalmente em 3 regiões anatómicas: tornozelo, joelho e ombro (Shariff et al., 2009; Yung, Chan, Wong, Cheuk, & Fong, 2007). Normalmente tratam-se de problemas articulares/musculares traumáticos (Fahlström, Björnstig, & Lorentzon, 1998; Høy, Lindblad, Terkelsen, & Helleland, 1994; Krøner et al., 1990; Mahmudieh, Faezi, Alizadeh, & Rahnama, 2013), ou de alterações crónicas resultantes da sobrecarga imposta ao longo da repetição contínua dos mesmos gestos desportivos característicos desta modalidade. (Jørgensen & Winge, 1990; Miyake et al., 2016). A aplicação de gelo é um dos procedimentos mais utilizados pelo fisioterapeuta perante estes cenários clínicos (Costello & Donnelly, 2010; Dover & Powers, 2004; Duarte, Neto, Proença, & Torres, 2008; Furmanek et al., 2014; Wassinger, Myers, Gatti, Conley, & Lephart, 2007). No entanto a sua utilização provoca uma diminuição da velocidade de condução do impulso nervoso das fibras aferentes sensoriais, bem como da excitabilidade dos mecanorreceptores musculares (Dover & Powers, 2004; Duarte et al., 2008; Furmanek et al., 2014;

Wassinger et al., 2007). Este mecanismo fisiológico poderá alterar a proprioção do atleta levando a um aumento do seu risco de lesão, em especial nos casos em que a aplicação do método de crioterapia é feita instantes antes da prática desportiva.

## **2. Objetivos do estudo**

O presente estudo tem como principal objetivo analisar a influência da aplicação de um método de crioterapia na proprioção do ombro em atletas de badminton.

São objetivos específicos desta investigação:

- Verificar alterações na proprioção do ombro imediatamente após a aplicação de gelo em atletas de badminton.
- Verificar quanto tempo é necessário para restaurar a proprioção do ombro após a aplicação de gelo em atletas de badminton.
- Comparar as diferenças dos resultados entre género feminino e masculino.

## **3. Estrutura do trabalho**

A presente dissertação apresenta-se organizada em 6 capítulos. No Capítulo I é feito o enquadramento do tema, são definidos os objetivos do estudo e clarificada a sua pertinência. No Capítulo II é efetuada a revisão da literatura que pode ser dividida em 3 partes principais. A primeira descreve o que é a proprioção e como tem sido avaliada até ao momento. Na segunda é efetuada uma revisão pormenorizada sobre a influência da crioterapia nas 3 componentes da proprioção nas articulações do joelho, tornozelo e ombro. A última parte faz uma abordagem epidemiológica das lesões no badminton, com o intuito de clarificar quais as regiões anatómicas mais suscetíveis de lesão nesta modalidade e que, dessa forma, reúnem maior interesse para serem estudadas nesta investigação. O Capítulo III descreve toda a metodologia envolvida no presente estudo. Numa primeira fase é efetuada a caracterização do estudo, da amostra e da instrumentação necessária, bem como elaborada uma descrição detalhada de todos os métodos de recolha de dados. Na segunda parte deste capítulo é apresentado um estudo piloto, cujo objetivo passa por encontrar o ângulo de flexão do ombro de maior interesse em atletas de badminton, o qual será utilizado na avaliação da proprioção. Os Capítulos IV e V apresentam os resultados do estudo; analisam esses resultados de acordo com os objetivos inicialmente delineados e comparam-nos com os estudos anteriores retirando conclusões úteis para a prática clínica da fisioterapia e para futuras investigações científicas neste âmbito. O documento finaliza com a referência bibliográfica utilizada para a realização da presente dissertação (Capítulo VI).

# **CAPÍTULO II**

---

## **Revisão da literatura**

# 1. Proprioção

A palavra proprioção resulta da combinação do latim entre “*proprius*” (o próprio) e “*perceptio*” (percepção). Começou a ser utilizada em 1906 pelo neurofisiologista *Charles Sherrington*, que formulou a primeira definição de proprioção como sendo “a percepção do movimento das articulações e do corpo, bem como da posição do corpo e dos segmentos corporais no espaço” (Sherrington CS, 1906).

Para que determinada ação motora seja desempenhada com sucesso é necessário que as informações aferentes sejam corretamente transmitidas ao SNC, através do sistema sensorial visual, vestibular e somatosensorial. A proprioção surge associada ao último sistema referido, o somatosensorial. Baseia-se na transmissão ao SNC, de informações aferentes provenientes dos mecanorreceptores do músculo, tendão, cápsula articular, ligamento e pele (Röijezon et al., 2015). O processamento destas informações aferentes feito a nível central, irá ser posteriormente utilizado para gerar uma resposta eferente que permita regular de forma adequada o tônus muscular garantindo corretos padrões de estabilidade articular, coordenação e equilíbrio durante o movimento humano (Clark, Röijezon, & Treleaven, 2015). Analogicamente é possível comparar os mecanorreceptores periféricos ao *hardware* de um computador que fornece informações propriocetivas para o *software* (processamento central) integrar e utilizar (Han, Waddington, Adams, Anson, & Liu, 2015). Através deste processo o indivíduo consegue comparar o movimento real com o movimento pretendido e assim desenvolver a sua aprendizagem motora (Röijezon et al., 2015). Ou seja, aprender habilidades motoras significa desenvolver novos padrões de movimento pelo processamento de informações propriocetivas adequadas (Han et al., 2015).

## 1.1 Avaliação da proprioção

A avaliação da proprioção é efetuada recorrendo à medição de 3 componentes: SPA, cinestesia ou sensação de movimento e STM. A SPA avalia a precisão e exatidão do reposicionamento de uma articulação num determinado ângulo pré-determinado, a cinestesia mede a capacidade de perceber movimento na articulação e a STM avalia a habilidade de perceber e produzir uma força submáxima pré-determinada e reproduzida anteriormente (Furmanek et al., 2014; Proske & Gandevia, 2012; Röijezon et al., 2015).

Os resultados normalmente retirados destas avaliações passam pelo cálculo do EA, ER e EV. O EA indica a diferença entre o ângulo real e o ângulo alvo, não considerando a direção desta diferença; o ER transmite a diferença entre o ângulo real e o ângulo alvo, considerando a direção

desta diferença e o EV é obtido através do desvio padrão dos diferentes valores de erro relativo (Costello, Algar, & Donnelly, 2012; Røijezon et al., 2015).

Na avaliação da proprioção nas articulações do MMSS e MMII têm sido efetuadas 3 a 5 repetições de cada teste para cada componente. No entanto quando se trata da avaliação da proprioção na coluna vertebral o valor mais recomendado é o de 5 repetições para cada medição (Røijezon et al., 2015). Existem uma série de cuidados que se devem ter em conta de forma a diminuir o erro associado a estas medições. A amplitude e a velocidade do movimento avaliado deve ser constante e ajustado à atividade funcional que está a ser avaliada (Røijezon et al., 2015). As disfunções músculo-esqueléticas que causam dor, derrame, trauma ou fadiga modificam os valores de proprioção avaliados pelo que os resultados nestas condições carecem de precisão (Clark et al., 2015). O facto da informação propriocetiva ser integrada em conjunto com a informação proveniente do sistema visual e vestibular, obriga a determinados cuidados durante a avaliação da proprioção, como por exemplo a colocação de uma venda nos olhos para diminuir a informação visual ou de uns auscultadores com ruído branco (*white noise*) para limitar a informação vestibulococlear (Costello et al., 2012; Røijezon et al., 2015).

A principal limitação deste tipo de avaliação prende-se com o facto de serem medições indiretas que envolvem uma componente cognitiva (Røijezon et al., 2015).

## **2. Crioterapia aplicada a condições músculo-esqueléticas**

A aplicação de diferentes métodos de crioterapia é frequentemente utilizada na prática clínica da fisioterapia em ambiente desportivo, pois o seu poder analgésico e anti-inflamatório tem sido associado a uma mais rápida recuperação das lesões do sistema neuro-músculo-esquelético (Costello & Donnelly, 2010; Dover & Powers, 2004; Duarte et al., 2008; Furmanek et al., 2014; Wassinger et al., 2007). Do ponto de vista físico, um método de crioterapia apresenta como principal objetivo a transferência de energia térmica para o exterior do organismo. Esse efeito está dependente de diversos fatores como a área e duração da aplicação do agente de crioterapia ou da profundidade e técnica de arrefecimento empregue (Duarte et al., 2008). As implicações biológicas mais comuns são a diminuição da temperatura e do metabolismo celular e o aumento da vasoconstrição e rigidez tecidual local. Conjuntamente, ocorre ainda um atraso na velocidade de condução do impulso nervoso das fibras aferentes sensoriais, bem como uma diminuição da excitabilidade dos mecanorreceptores musculares, o que implicará alterações tanto ao nível da perceção de estímulos, como da ativação das unidades motoras, comprometendo a coordenação de padrões de movimento e estabilidade funcional (Dover & Powers, 2004; Duarte et al., 2008; Furmanek et al., 2014; Wassinger et al., 2007).

## **2.1 Efeito da crioterapia na proprioção**

Maioritariamente, os estudos encontrados investigam a componente da SPA, apresentando resultados muito variados entre si: 10 artigos concluem que não existem alterações significativas de SPA após aplicar gelo (Costello et al., 2012; Costello & Donnelly, 2011; Dover & Powers, 2004; Eftekhari, Sadeghi, Rajabi, Memar, & Leili, 2015; Hopper, Whittington, Davies, & Chartier, 1997; Khanmohammadi, Someh, & Ghafarinejad, 2011; LaRiviere & Osternig, 1994; Lins, Macedo, Silveira, Borges, & Brasileiro, 2015; Ozmun, Thieme, Ingersoll, & Knight, 1996; Selkow & Rivas, 2014) e 9 referem o contrário (Alexander et al., 2016; Balakrishnan & Charles, 2016; Oliveira, Ribeiro, & Oliveira, 2010; Ribeiro, Moreira, Neto, & Oliveira, 2013; Surenkok et al., 2008; Uchio et al., 2003; Watanabe et al., 2013). As restantes componentes da proprioção têm sido menos investigadas. Não foi encontrado nenhum artigo que relacione a crioterapia com a componente da cinestesia e apenas 4 artigos analisaram o efeito de um método de crioterapia na STM (Costello et al., 2012; Hauptenthal, de Noronha, Hauptenthal, Ruschel, & Nunes, 2015; Rubley, Denegar, Buckley, & Newell, 2003; Tremblay, Estephan, Legendre, & Sulpher, 2001). Destes 4 estudos, apenas 1 conclui que as alterações resultantes da aplicação de gelo influenciavam significativamente a STM dos participantes (Hauptenthal et al., 2015).

### **2.1.1 Efeito da crioterapia na SPA**

A análise do efeito da crioterapia na SPA tem sido efetuada essencialmente no joelho, tornozelo e ombro, dado serem as articulações que apresentam maior tendência a sofrer lesões músculo-esqueléticas no desporto.

#### **2.1.1.1 Efeito da crioterapia na SPA do joelho**

A investigação mais antiga que analisa esta temática reporta-se a 1996, quando *John Ozmun* e respetivos colaboradores verificaram o efeito da aplicação de 2 sacos com gelo partido durante 20 min, na SPA do joelho. Foi utilizada uma amostra de 37 indivíduos com uma média de idades de  $23,4 \pm 6,3$  anos. Para além do procedimento experimental, cada sujeito efetuou uma intervenção controlo, num diferente momento temporal, onde permaneceu em repouso ao longo de 20 min. A SPA do joelho foi avaliada após as respetivas intervenções, através do dinamómetro isocinético *Kin-Com*, em 3 movimentos com amplitudes distintas de extensão do joelho. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $p = 0,30$ ), levando os autores a concluírem que o gelo pode ser utilizado durante o exercício sem aumentar a incidência de lesão devido a um défice de proprioção (Ozmun et al., 1996).

Sete anos mais tarde, *Yuji Uchio* e a sua equipa, investigaram sobre a influência da aplicação de um método de crioterapia através de um dispositivo de resfriamento, durante 15 min, na SPA do joelho. A amostra foi composta por 20 indivíduos com uma média de idades de 24,5 anos. A medição da SPA efetuou-se na posição final de um movimento de extensão do joelho, através do dinamómetro isocinético *Cybex*, antes, após e 15 min depois da intervenção. Os resultados revelaram uma diminuição estatisticamente significativa ( $p = 0,03$ ) na SPA depois da aplicação do respetivo método, tendo esta normalizado após 15 min. Com base nestes achados, os autores concluem que deverá ser dada atenção aos programas terapêuticos que envolvam exercício após um período de arrefecimento no joelho (Uchio et al., 2003b).

Em 2008, uma equipa de investigação liderada por *Ozgun Surenkok*, procurou avaliar a influência de duas aplicações de crioterapia na SPA do joelho. Estas intervenções foram efetuadas por cada participante em momentos temporais distintos e consistiam na utilização de uma almofada de gel frio durante 30 min e na aplicação de *spray* até o indivíduo reportar a sensação de frio. Os 15 participantes tinham uma média de idades de  $22 \pm 2,8$  anos e eram atletas masculinos de basquetebol. A SPA foi avaliada numa posição intermédia do movimento de flexão e de extensão do joelho, antes e depois de cada intervenção, recorrendo ao dinamómetro isocinético *Cybex*. Após ambas as intervenções de crioterapia foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ), nos 2 movimentos avaliados. Com base nestes resultados, os autores sugerem que deve existir alguma precaução quando os atletas retomam a sua atividade desportiva imediatamente após a utilização destas aplicações de crioterapia (Surenkok et al., 2008).

O primeiro estudo de autores portugueses sobre esta temática reporta-se a 2010, quando *R. Oliveira, Fernando Ribeiro e José Oliveira* investigaram os efeitos da aplicação de um saco com gelo partido durante 20 min, na SPA do joelho. Os 15 participantes com uma média de idades de  $22,4 \pm 1,4$  anos efetuaram em 2 momentos temporais distintos, a intervenção de crioterapia em duas regiões anatómicas distintas: uma sobre o ventre muscular do quadríceps e outra sobre a articulação do joelho. A avaliação da SPA foi efetuada num movimento de extensão do joelho em CCA, antes e após o procedimento experimental, recorrendo ao sistema de análise de movimento *APAS software*. Os resultados demonstraram alterações estatisticamente significativas ( $p = 0,015$ ) nos valores de EA e ER da SPA do joelho, entre os 2 momentos de avaliação em ambas as regiões anatómicas estudadas. Perante isto, os autores mencionam que deve existir alguma prudência na aplicação deste método de crioterapia antes de um atleta retomar o seu desporto ou antes de um indivíduo efetuar um determinado programa de exercício como tratamento (Oliveira et al., 2010).

Nos últimos 5 anos a investigação sobre este tema tem crescido exponencialmente. Em 2011, *Joseph Costello* e *Alan Donnelly* efetuaram um estudo com o objetivo de comparar os efeitos da imersão em água fria com a imersão em água morna, na SPA do joelho. Para tal, foi utilizada uma amostra de 14 indivíduos com uma média de idades de  $23,3 \pm 6,3$  anos. Todos os participantes efetuaram em momentos temporais distintos os 2 tipos de imersão até ao nível do umbigo, durante 30 min. A medição da SPA do joelho foi efetuada antes e imediatamente após cada uma das intervenções, recorrendo ao sistema de análise de movimento *Eagle 5-camera system*, em 3 movimentos com amplitudes distintas de extensão do joelho. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos valores de EA ( $p = 0,29$ ), ER ( $p = 0,21$ ) e EV ( $p = 0,86$ ) entre as intervenções efetuadas. Desta forma, é concluído que no retorno à prática desportiva após a imersão em água fria não existe um risco aumentado de lesão (Costello & Donnelly, 2011).

No ano seguinte a mesma equipa de investigação, efetuou um novo estudo onde tentou verificar os efeitos de uma intervenção com ar gelado na SPA do joelho. A amostra constituída por 36 indivíduos fisicamente ativos com uma média de idades de  $20,8 \pm 1,2$  anos, foi aleatoriamente distribuída por 2 grupos homogéneos. O GE foi exposto a uma intervenção com ar gelado no corpo inteiro a uma temperatura de  $-110 \pm 3$  °C durante 3 min. O GC esteve em contacto com ar a uma temperatura de  $15 \pm 3$  °C no mesmo período de tempo. As medições da SPA foram efetuadas antes, depois e após 15 min das respetivas intervenções, através de um eletrogoniómetro, em 3 diferentes movimentos ativos de flexão do joelho. Não foram visíveis diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) no EA, ER e EV nos vários momentos temporais. Perante isso, os autores concluem que a aplicação deste método de crioterapia não produz um aumento do risco de lesão devido a diferenças na proprioceção dos indivíduos (Costello et al., 2012).

Um ano mais tarde, uma equipa portuguesa com alguns elementos que participaram na investigação de 2010, aperfeiçoaram determinados detalhes deste estudo. Assim sendo, para além de determinar os efeitos da aplicação de um saco com gelo partido durante 20 min na SPA do joelho, foram também verificar quanto tempo de exercício seria necessário para normalizar essa SPA. Os 12 participantes com uma média de idades de  $20,8 \pm 1,03$  anos visitaram o laboratório de biomecânica duas vezes distintas. Numa delas efetuaram a aplicação de gelo, seguida de 30 min de exercício no ciclo ergómetro e na outra permaneceram 30 min em repouso após o respetivo método de crioterapia. Em ambas as sessões, foram efetuadas 8 medições da SPA: antes, depois e 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min após a intervenção, através do sistema de análise de movimento *APAS software*, num movimento de extensão do joelho em CCA. Relativamente aos resultados, foi verificado um aumento significativo do EA e ER ( $p < 0,001$ ), após a aplicação do método de crioterapia em ambos os grupos e ainda uma diferença estatisticamente significativa do EA ( $p <$

0,001) entre os 2 grupos, na medição efetuada aos 10 e 15 min. Como conclusão os autores indicam que a diminuição da SPA induzida pelo método de crioterapia é atenuada pelo exercício de baixa intensidade e que são necessários 10 a 15 min para normalizar estes valores (Ribeiro et al., 2013).

Ainda nesse mesmo ano, uma equipa de investigação japonesa, efetuou um estudo com o intuito de verificar a influência de uma aplicação de crioterapia através de um dispositivo de resfriamento, na SPA do joelho. Para tal, foram selecionados 10 homens com uma média de idades de  $21,2 \pm 2,2$  anos. Todos eles efetuaram em momentos temporais distintos, 3 tipos de intervenção: repouso, aplicação de gelo durante 2 min e aplicação de gelo ao longo de 15 min. A SPA foi avaliada através do dinamómetro isocinético *Biodex System 4*, antes, imediatamente depois e após 15 min das respetivas intervenções. Os resultados do estudo mostraram uma diminuição estatisticamente significativa da SPA do joelho após a intervenção de crioterapia ao longo de 15 min ( $p = 0.037$ ), mas não na aplicação de 2 min. Em conclusão os autores referem que este método poderá induzir a alterações funcionais na SPA do joelho quando aplicado ao longo de 15 min, contudo quando aplicado durante 2 min, parece não afetar esta componente da proprioceção (Watanabe et al., 2013).

No ano de 2014, *Noelle Selkow e Stephen Rivas*, elaboraram um estudo com o objetivo de determinar o efeito de duas modalidades de crioterapia na SPA do joelho. Estas modalidades consistiam na aplicação de um saco com gelo partido ao longo de 15 min e na utilização de ar gelado a uma temperatura de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 2 min e meio. Desta forma, os 20 participantes com uma média de idades de  $22,6 \pm 1,3$  anos foram divididos por 2 grupos homogêneos de modo a efetuarem uma das respetivas intervenções. A SPA foi medida em 3 movimentos com amplitudes distintas de extensão do joelho, antes e após as aplicações de crioterapia recorrendo a um goniómetro manual. Não foram visualizadas diferenças estatisticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ), em nenhum dos 3 movimentos avaliados, levando os autores a concluir que o arrefecimento do joelho antes de uma atividade desportiva ou de reabilitação não diminui a proprioceção do joelho (Selkow & Rivas, 2014).

Em 2015 foi a vez de uma equipa de investigação iraniana liderada por *Fereshteh Eftekhari* efetuar um estudo com o objetivo de determinar o efeito da aplicação de um saco de gelo durante 20 min, na SPA do joelho. A amostra constituída por 20 mulheres fisicamente ativas com uma média de idades de  $22 \pm 0,78$  anos foi dividida em 2 grupos: um recebeu o procedimento experimental de crioterapia e o outro apenas repousou durante o mesmo período temporal. Foram efetuadas medições da SPA antes, imediatamente depois e após 20 min das respetivas intervenções, através do dinamómetro isocinético *Biodex System 3*, em 3 movimentos ativos e passivos com amplitudes distintas de extensão do joelho. No que diz respeito aos resultados, não

foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os momentos de avaliações, movimentos avaliados ou grupos ( $p > 0,05$ ). Desta forma, é concluído que esta aplicação local não afeta a SPA do joelho e com isto não aumenta o risco de lesão devido a um decréscimo de propriocepção (Eftekhari et al., 2015).

Nesse mesmo ano, outra equipa de investigação no Brasil, procurou de igual forma avaliar qual a influência da aplicação de sacos com gelo partido durante 20 min, na SPA do joelho. Este estudo teve 30 participantes com uma média de idades de  $23,3 \pm 2,5$  anos, divididos aleatoriamente em 2 grupos: um recebeu o procedimento experimental de crioterapia e o outro apenas repousou durante o mesmo período de tempo. A avaliação da SPA foi efetuada através de um eletrogoniómetro, antes e depois da respetiva intervenção, durante a flexão do joelho em CCA e em CCF. Os resultados mostraram uma diferença estatisticamente significativa entre os 2 momentos de avaliação no GE durante o movimento em CCA ( $p = 0,03$ ). Já no movimento em CCF do GE e nos 2 movimentos do GC não foram visíveis alterações significativas ( $p > 0,05$ ). Perante isto, os autores concluem que a aplicação desta intervenção de crioterapia antes da realização de uma atividade física não aumenta o risco de lesões músculo-esqueléticas, uma vez que a maior parte destas atividades é realizada em CCF (Lins et al., 2015).

Um ano mais tarde, *Jill Alexander* e os seus colaboradores verificaram qual o efeito da aplicação de um saco com gelo ao longo de 20 min, na SPA do joelho. Para isso utilizou-se uma amostra composta por 11 homens fisicamente ativos com uma média de idades de  $21,3 \pm 1,7$  anos. A medição da SPA foi efetuada num movimento de ligeira flexão do joelho, antes e imediatamente após a aplicação do método de crioterapia, utilizando o sistema de análise de movimento tridimensional *Oqus motion analysis system*. Os resultados demonstraram reduções estatisticamente significativas na capacidade de reproduzir com exatidão a posição articular do joelho após a aplicação do método de crioterapia, tanto no plano sagital ( $p = 0,035$ ) como no plano coronal ( $p = 0,011$ ). Os autores acabam por concluir que uma aplicação de um saco de gelo durante 20 min, pode ter um efeito adverso na SPA do joelho. Desta forma, todos os profissionais de saúde envolvidos na área do desporto deverão ter atenção na escolha do melhor momento para um atleta retomar a atividade física após a aplicação deste método de crioterapia, devido ao potencial aumento do risco de lesão (Alexander et al., 2016).

A Tabela 1 apresenta uma síntese de todos os estudos encontrados relativos ao efeito de diferentes métodos de crioterapia na SPA do joelho.

**Tabela 1:** Resumo da literatura científica encontrada que analisa o efeito da crioterapia na SPA do joelho.

Autores e ano de publicação	Intervenções	Amostra	Instrumento de avaliação	Medições efetuadas	Resultados NOTA: Todos os valores de EA, ER e EV podem ser consultados no Apêndice 1	Conclusão
<i>Ozmun et al.</i> (1996)	<p><b>Intervenção experimental</b> Dois sacos (30,5 × 49 cm) com 1160 g de gelo partido. Duração: 20 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Repouso. Duração: 20 min.</p>	<p>36 indivíduos (21 ♂ e 16 ♀) Média de idades: 23,4 ± 6,3 anos</p>	<p>Dinamómetro isocinético <i>Kin-Com</i></p>	<p>Após cada intervenção</p>	<p>Diferenças entre grupos não foram estatisticamente significativas (<math>p = 0,30</math>).</p>	<p>O gelo pode ser utilizado durante o exercício sem aumentar a incidência de lesão devido a um défice de proprioceção.</p>
<i>Uchio et al.</i> (2003)	<p>Dispositivo de resfriamento <i>Icing System 2000</i>. Temperatura: 4 °C. Duração: 15 min.</p>	<p>20 indivíduos (10 ♂ e 10 ♀) Média de idades: 24,5 anos</p>	<p>Dinamómetro isocinético <i>Cybex</i></p>	<p>Antes, após e 15 min depois da intervenção</p>	<p>Diminuição estatisticamente significativa (<math>p = 0,03</math>) na SPA depois da intervenção, tendo esta normalizado após 15 min.</p>	<p>Deve ser dada atenção aos programas terapêuticos que envolvam exercício após o arrefecimento do joelho.</p>
<i>Surenkok et al.</i> (2008)	<p><b>Intervenção experimental 1</b> Almofada de gel frio. Duração: 30 min</p> <p><b>Intervenção experimental 2</b> <i>Spray</i> gelado até o individuo reportar a sensação de frio.</p>	<p>15 atletas de basquetebol (15 ♂) Média de idades: 22 ± 2,8 anos</p>	<p>Dinamómetro isocinético <i>Cybex</i></p>	<p>Antes e após cada intervenção</p>	<p>Diferenças estatisticamente significativas (<math>p &lt; 0,05</math>) entre os 2 momentos de avaliação em ambos os movimentos avaliados.</p>	<p>Deve existir alguma precaução quando os atletas retomam a sua atividade desportiva imediatamente após a utilização destas aplicações de crioterapia.</p>
<i>Oliveira et al.</i> (2010)	<p><b>Intervenção experimental 1</b> Saco (20 × 25 cm) com 1200 g de gelo partido. Local: Quadricípete. Duração: 20 min.</p> <p><b>Intervenção experimental 2</b> Saco (20 × 25 cm) com 1200 g de gelo partido. Local: Joelho. Duração: 20 min.</p>	<p>25 indivíduos (6 ♂ e 9 ♀) Média de idades: 22,4 ± 1,4 anos</p>	<p>Sistema de análise de movimento <i>APAS software</i> (<math>f = 50</math> Hz)</p>	<p>Antes e após cada intervenção</p>	<p>Alterações estatisticamente significativas (<math>p = 0,015</math>) nos valores de EA e ER da SPA do joelho, entre os 2 momentos de avaliação em ambas as regiões anatómicas estudadas.</p>	<p>Deve existir alguma prudência na aplicação deste método de crioterapia antes de um atleta retomar o seu desporto ou antes de um individuo efetuar um determinado programa de exercício como tratamento.</p>

<p><i>Costello et al.</i> (2011)</p>	<p><b>Intervenção experimental</b> Imersão em água fria até ao nível do umbigo. Temperatura: <math>14 \pm 1</math> °C. Duração: 30 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Imersão em água morna até ao nível do umbigo. Temperatura: <math>28 \pm 1</math> °C. Duração: 30 min.</p>	<p>14 indivíduos (8 ♂ e 6 ♀)</p> <p>Média de idades: <math>23,3 \pm 1,0</math> anos</p>	<p>Sistema de análise de movimento <i>Eagle 5-camera system</i> (<math>f = 400</math> Hz)</p>	<p>Antes e após cada intervenção</p>	<p>Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos valores de EA (<math>p = 0,29</math>), ER (<math>p = 0,21</math>) e EV (<math>p = 0,86</math>) entre as intervenções efetuadas.</p>	<p>No retorno à prática desportiva após a imersão em água fria não existe um risco aumentado de lesão</p>
<p><i>Costello et al.</i> (2012)</p>	<p><b>Intervenção experimental</b> Exposição a ar gelado. Temperatura: <math>-110 \pm 3</math> °C. Duração: 3 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Exposição a ar frio. Temperatura: <math>15 \pm 3</math> °C. Duração: 3 min.</p>	<p>36 indivíduos fisicamente ativos (24 ♂ e 12 ♀)</p> <p>Média de idades: <math>20,8 \pm 1,2</math> anos</p>	<p>Eletrogoniómetro</p>	<p>Antes, após e 15 min depois de cada intervenção</p>	<p>Não foram visíveis diferenças estatisticamente significativas (<math>p &gt; 0,05</math>) no EA, ER e EV nos vários momentos temporais.</p>	<p>A aplicação deste método de crioterapia não produz um aumento do risco de lesão devido a diferenças na proprioceção dos indivíduos</p>
<p><i>Ribeiro et al.</i> (2013)</p>	<p><b>Intervenção experimental</b> Saco (<math>25 \times 25</math> cm) com 1 kg de gelo partido durante 20 min + 30 min de exercício no cicloergómetro.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Saco (<math>25 \times 25</math> cm) com 1 kg de gelo durante 20 min + 30 min de repouso.</p>	<p>12 indivíduos (5 ♂ e 7 ♀)</p> <p>Média de idades: <math>20,8 \pm 1,03</math> anos</p>	<p>Sistema de análise de movimento <i>APAS software</i> (<math>f = 50</math> Hz)</p>	<p>Antes, depois e 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min após cada intervenção</p>	<p>Aumento significativo do EA e ER (<math>p &lt; 0,001</math>), após a intervenção experimental em ambos os grupos. Diferença significativa do EA (<math>p &lt; 0,001</math>), entre grupos, na medição efetuada aos 10 e 15 min.</p>	<p>A diminuição da SPA induzida pelo método de crioterapia é atenuada pelo exercício de baixa intensidade, sendo necessários 10 a 15 min para normalizar estes valores.</p>
<p><i>Watanabe et al.</i> (2013)</p>	<p><b>Intervenção experimental 1</b> Dispositivo de resfriamento <i>Icing System CF-3000</i>. Temperatura: 5°C. Duração: 15 min.</p> <p><b>Intervenção experimental 2</b> Dispositivo de resfriamento <i>Icing System CF-3000</i>. Temperatura: 5°C. Duração: 2 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Repouso.</p>	<p>10 indivíduos (10 ♂)</p> <p>Média de idades: <math>21,2 \pm 2,2</math> anos</p>	<p>Dinamómetro isocinético <i>Biodex System 4</i></p>	<p>Antes, após e 15 min depois de cada intervenção</p>	<p>Diminuição estatisticamente significativa da SPA do joelho após a intervenção de crioterapia ao longo de 15 min (<math>p = 0,037</math>), mas não na aplicação de 2 min.</p>	<p>Este método poderá induzir a alterações funcionais na SPA do joelho quando aplicado ao longo de 15 min. Contudo quando aplicado durante 2 min, parece não afetar esta componente da proprioceção.</p>

<i>Selkow et al.</i> (2014)	<p><b>Intervenção experimental 1</b> Saco com 500 g de gelo partido. Duração: 15 min.</p> <p><b>Intervenção experimental 2</b> Exposição a ar gelado. Temperatura: -40 °C. Duração: 2,5 min.</p>	<p>20 indivíduos (10 ♂ e 10 ♀)</p> <p>Média de idades: 22,6 ± 1,3 anos</p>	Goniómetro manual	Antes e após cada intervenção	Sem diferenças estatisticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ), em nenhum dos movimentos avaliados.	O arrefecimento do joelho antes de uma atividade desportiva ou de reabilitação não diminui a proprioceção do joelho.
<i>Eftekhari et al.</i> (2015)	<p><b>Intervenção experimental</b> Saco (20 × 12 cm) com gelo partido. Duração: 20 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Repouso. Duração: 20 min.</p>	<p>20 indivíduos fisicamente ativos (20 ♀)</p> <p>Média de idades: GE: 22 ± 0,78 anos. GC: 22,25 ± 1,38 anos.</p>	Dinamómetro isocinéti-co <i>Biodex System 3</i>	Antes, após e 20 min depois de cada intervenção	Sem diferenças estatisticamente significativas entre os momentos de avaliações, movimentos avaliados ou grupos ( $p > 0,05$ ).	Esta aplicação local não afeta a SPA do joelho e com isto não aumenta o risco de lesão devido a um decréscimo de proprioceção.
<i>Lins et al.</i> (2015)	<p><b>Intervenção experimental</b> Dois sacos com 3 kg (cada um) de gelo partido. Duração: 20 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Repouso. Duração: 20 min.</p>	<p>30 indivíduos (14 ♂ e 16 ♀)</p> <p>Média de idades: 23,3 ± 2,5 anos</p>	Eletrogoniómetro	Antes e após cada intervenção	Diferença significativa ( $p = 0,03$ ) entre os momentos de avaliação no GE durante o movimento em CCA. Diferenças não significativas ( $p > 0,05$ ) entre os momentos de avaliação no movimento em CCF do GE e nos movimentos do GC.	A aplicação desta intervenção de crioterapia antes da realização de uma atividade física não aumenta o risco de lesões músculo-esqueléticas, uma vez que a maior parte destas atividades é realizada em CCF.
<i>Alexander et al.</i> (2016)	Saco com 800 g de gelo partido. Duração: 20 min.	<p>11 indivíduos fisicamente ativos (11 ♂)</p> <p>Média de idades: 21,3 ± 1,7 anos</p>	Sistema de análise de movimento tridimensional <i>Oqus motion analysis system</i> tridimensional ( $f = 115$ Hz)	Antes e após a intervenção	Reduções estatisticamente significativas na capacidade de reproduzir com exatidão a posição articular do joelho após a aplicação do método de crioterapia, tanto no plano sagital ( $p = 0,035$ ) como no plano coronal ( $p = 0,011$ ).	Todos os profissionais de saúde envolvidos na área do desporto deverão ter atenção na escolha do melhor momento para um atleta retomar a atividade desportiva, devido ao aumento do risco de lesão

### 2.1.1.2 Efeito da crioterapia na SPA do tornozelo

O estudo mais antigo encontrado reporta-se a 1994 quando *Jane LaRaviere* e *Louis Osternig* tentaram determinar qual o efeito da imersão em água a 4 °C, na SPA do tornozelo. Esta investigação contou com a participação de 31 indivíduos divididos em 3 grupos diferentes: GC, grupo que efetuou a imersão ao longo de 5 min e grupo que efetuou a imersão durante 20 min. A avaliação da SPA foi efetuada através de um eletrogoniómetro, antes e após a intervenção de crioterapia, em 2 movimentos distintos de flexão plantar do tornozelo. As diferenças entre grupos não se revelaram estaticamente significativas ( $p > 0,05$ ), levando os autores a concluírem que os recetores de posição articular do tornozelo não sofrem modificações perante este tipo de tratamento de crioterapia (LaRaviere & Osternig, 1994).

Três anos mais tarde, *Diana Hooper* e colaboradores efetuaram um estudo semelhante onde procuraram de igual forma verificar qual o efeito da imersão em água a 5 °C, durante 15 min, na SPA do tornozelo. Para isso, selecionaram 49 indivíduos com uma média de idades de 19,4 anos. A medição da SPA foi efetuada em 2 movimentos ativos de inversão do tornozelo, antes e após o respetivo método de crioterapia recorrendo a um goniómetro pedal. Embora as diferenças encontradas entre estes 2 momentos tenham sido estatisticamente significativas ( $p = 0,049$ ), a magnitude da diferença não foi considerada clinicamente significativa. Desta forma, os autores concluem que esta intervenção de crioterapia não prejudica a SPA do tornozelo, podendo o individuo retomar o exercício logo após a sua aplicação, sem aumentar com isto o risco de lesão (Hopper et al., 1997).

Já em 2011, uma equipa de investigação iraniana efetuou um estudo que teve como principal objetivo determinar se a imersão em água fria a  $6 \pm 1$  °C, ao longo de 15 min, afetaria a SPA do tornozelo. Para tal, recorreram a uma amostra de 30 mulheres com uma média de idades de  $21,93 \pm 0,82$  anos. A medição da SPA foi efetuada através de um goniómetro pedal antes, depois e 15 min após a aplicação do respetivo método de crioterapia. Avaliaram-se 2 movimentos do tornozelo de forma passiva e ativa: da posição neutra para os 10° de flexão dorsal e da posição neutra para os 20° de flexão plantar. A investigação não encontrou diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os 3 momentos de medição, em todos os movimentos avaliados. Estes resultados sugerem que a utilização deste método de crioterapia parece não ser prejudicial para a SPA do tornozelo, podendo ser utilizado de forma segura sem medo de aumentar o risco de lesão devido à diminuição da proprioceção (Khanmohammadi et al., 2011).

A investigação mais recente neste contexto teve como intuito, verificar o efeito da imersão em água fria a  $18 \pm 1$  °C, ao longo de 15 min, na SPA do tornozelo. A amostra utilizada era composta por 20 indivíduos entre os 18 e os 25 anos de idades. A SPA foi avaliada através de um

goniômetro pedal, antes, depois e 15 min após a intervenção, num movimento de flexão plantar e noutro de flexão dorsal do tornozelo. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os vários momentos de medição da SPA ( $p = 0,0001$ ) em ambos os movimentos avaliados. Perante isso, os autores concluem que a aplicação deste método de crioterapia prejudica a SPA do tornozelo, não podendo ser utilizado com segurança imediatamente antes de uma sessão de fisioterapia com exercício terapêutico (Balakrishnan & Charles, 2016).

A Tabela 2 apresenta uma síntese de todos os estudos encontrados relativos ao efeito de diferentes métodos de crioterapia na SPA do tornozelo.

**Tabela 2:** Resumo da literatura científica encontrada que analisa o efeito da crioterapia na SPA do tornozelo.

Autores e ano de publicação	Intervenções	Amostra	Instrumento de avaliação	Medições efetuadas	Resultados NOTA: Todos os valores de EA, ER e EV podem ser consultados no Apêndice 1	Conclusão
<i>LaRiviere et al.</i> (1994)	<p><b>Intervenção experimental 1</b> Imersão do pé em água fria, 4 cm abaixo do joelho. Temperatura: 4 °C. Duração: 20 min.</p> <p><b>Intervenção experimental 2</b> Imersão do pé em água fria, 4 cm abaixo do joelho. Temperatura: 4 °C. Duração: 5 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b></p>	31 indivíduos	Eletrogoniómetro	Antes e após a intervenção	As diferenças entre grupos não se revelaram estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ).	Os recetores de posição articular do tornozelo não sofrem modificações perante este tipo de tratamento de crioterapia.
<i>Hopper et al.</i> (1997)	Imersão do pé em água fria, 5 cm acima do maléolo medial. Temperatura: 5 °C. Duração: 15 min.	49 indivíduos (7 ♂ e 42 ♀) Média de idades: 19,4 anos	Goniómetro pedal	Antes e após a intervenção	Foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa ( $p = 0,049$ ) na SPA do tornozelo após a respetiva intervenção, no entanto a magnitude desta diferença não foi considerada clinicamente significativa.	Esta intervenção de crioterapia não prejudica a SPA do tornozelo, podendo o indivíduo retomar o exercício logo após a sua aplicação, sem aumentar com isto o risco de lesão.
<i>Khanmohammadi et al.</i> (2011)	Imersão do pé em água fria, 5 cm acima do tornozelo. Temperatura: $6 \pm 1$ °C Duração: 15 min.	30 indivíduos (30 ♀) Média de idades: $21,93 \pm 0,82$ anos	Goniómetro pedal	Antes, após e 15 min depois da intervenção	Sem diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os 3 momentos de medição, em todos os movimentos avaliados.	Esta intervenção pode ser utilizada de forma segura sem medo de aumentar o risco de lesão devido à diminuição da proprioceção.
<i>Balakrishnan et al.</i> (2016)	Imersão do pé em água fria, 5 cm acima do maléolo. Temperatura: $18 \pm 1$ °C Duração: 15 min.	20 indivíduos Idades entre os 18 e os 25 anos.	Goniómetro pedal	Antes, após e 15 min depois da intervenção	Diferenças estatisticamente significativas entre os vários momentos de medição da SPA ( $p = 0,0001$ ) em ambos os movimentos avaliados.	A intervenção prejudicou a SPA do tornozelo, não podendo ser utilizada com segurança antes da realização de exercício.

### 2.1.1.3 Efeito da crioterapia na SPA do ombro

Em 2004, *Geoffrey Dover* e *Michael Powers* elaboraram um estudo com o intuito de verificar qual o efeito da aplicação de um saco com gelo durante 30 min, na SPA do ombro. Para isso recorreram a uma amostra de 30 estudantes: 15 homens com uma média de idades de  $23,7 \pm 5,5$  anos e 15 mulheres com uma média de idades de  $20,7 \pm 1,4$  anos. Foram excluídos todos os indivíduos com contra-indicações ao gelo (ex: áreas com sensibilidade ou irrigação diminuída, alergias ao gelo, doença de *Raynaud*), atletas ou estudantes com lesões prévias no ombro (ex: luxações, subluxações, cirurgias). Todos os participantes efetuaram o procedimento experimental e um controlo onde não aplicaram gelo, em duas sessões distintas separadas por um mínimo de 48 h. A SPA foi avaliada nos movimentos ativos de rotação interna e externa do ombro, antes e depois da respetiva intervenção, recorrendo a um inclinómetro. Os resultados recolhidos não demonstraram uma diferença estaticamente significativa nos valores de EA ( $p = 0,181$ ), ER ( $p = 0,527$ ) e EV ( $p = 0,230$ ), entre os 2 momentos de avaliação, em ambos os grupos. Desta forma, os autores concluíram que a utilização deste método de crioterapia não afeta a SPA ativa do ombro em pessoas saudáveis (Dover & Powers, 2004).

Cinco anos mais tarde, *Craig Wassinger* e os seus colaboradores avaliaram o efeito de um saco com gelo durante 20 min, na SPA do ombro. Para tal, utilizaram uma amostra de 22 estudantes fisicamente ativos com uma média de idades de  $21,6 \pm 2,4$  anos. Foram excluídos todos os indivíduos com histórico de lesões músculo-esqueléticas ou neurológicas no ombro e atletas que praticavam desportos de arremesso. A SPA foi avaliada em 2 movimentos ativos de flexão e extensão do ombro, antes e após a respetiva aplicação de crioterapia, recorrendo ao dinamómetro isocinético *Biodex System 3*. Os resultados não revelaram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre os 2 momentos temporais no que diz respeito à reprodução da posição articular pretendida. No entanto, os autores avaliaram também o desvio da trajetória durante os 2 movimentos, encontrando num deles alterações significativas ( $p = 0,037$ ). Perante este segundo achado, constata-se que a aplicação de gelo poderá ter implicações no desempenho desportivo a curto prazo de um atleta que necessite de utilizar o ombro na sua modalidade desportiva. (Wassinger et al., 2007).

Em 2008, uma equipa de investigação portuguesa liderada por Alcino Duarte, efetuou um estudo (Duarte et al., 2008) onde pretendeu determinar qual o efeito da aplicação de um saco com gelo durante 15 min, na SPA do ombro, verificando também possíveis diferenças entre o género masculino e feminino. Da amostra constituída por 30 indivíduos, faziam parte 15 homens com uma média de idades de  $21,7 \pm 0,6$  anos e 15 mulheres com uma média de idades de  $22,0 \pm 0,8$  anos. Para fazerem parte da amostra os indivíduos tinham que ter idades compreendidas entre os

20 e os 30 anos e apresentarem um IMC entre 18,5 e 24,9. Foram excluídos todos os sujeitos com lesões neurológicas, histórico de lesões traumáticas no ombro em avaliação (ex: luxações, sub-luxações, cirurgias, condição que leve a dor durante os movimentos ativos do ombro), reações adversas ao gelo (ex: alterações de sensibilidade, doença de *Raynaud*), limitações nas amplitudes articulares do ombro ou que estivessem envolvidos em programas de reabilitação propriocetiva. Todos os participantes efetuaram o procedimento experimental e um controlo onde não aplicaram gelo, em duas sessões distintas separadas por um mínimo de 48 a 72 h. A SPA foi avaliada num movimento ativo de rotação externa do ombro, antes e após cada intervenção, recorrendo ao dinamómetro isocinético *Biodex System 3*. Os resultados mostraram uma diminuição significativa da SPA após a aplicação do gelo ( $p < 0,001$ ) e ainda a não existência de diferenças entre géneros ( $p = 0,453$ ). Os autores concluem que após a aplicação deste método de crioterapia poderá haver alterações do controlo propriocetivo. Estas modificações são semelhantes no género masculino e feminino. Recomendam ainda com base nestes achados, que os agentes de arrefecimento local aplicados no ombro antes da realização de exercício físico devem ser efetuados mantendo um intervalo de pelo menos 15 min (Duarte et al., 2008).

A Tabela 3 apresenta uma síntese de todos os estudos encontrados relativos ao efeito de diferentes métodos de crioterapia na SPA do ombro.

**Tabela 3:** Resumo da literatura científica encontrada que analisa o efeito da crioterapia na SPA do ombro.

Autores e ano de publicação	Intervenções	Amostra	Instrumento de avaliação	Medições efetuadas	Resultados NOTA: Todos os valores de EA, ER e EV podem ser consultados no Apêndice I	Conclusão
<i>Dover et al.</i> (2004)	<p><b>Intervenção experimental</b> Saco (20 × 25 cm) com 1 kg de gelo partido. Duração: 30 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Repouso.</p>	<p>30 indivíduos (15 ♂ e 15 ♀)</p> <p>Média de idades ♂: 23,7 ± 5,5 anos</p> <p>Média de idades ♀: 20,7 ± 1,4 anos</p>	Inclinómetro	Antes e após cada intervenção	Não foi visível uma diferença estaticamente significativa nos valores de EA ( $p = 0,181$ ), ER ( $p = 0,527$ ) e EV ( $p = 0,230$ ), entre os 2 momentos de avaliação, em ambos os grupos.	A utilização deste método de crioterapia não afeta a SPA ativa do ombro em pessoas saudáveis.
<i>Wassinger et al.</i> (2007)	Saco com 1500 g de gelo partido. Duração: 20 min.	<p>22 indivíduos (14 ♂ e 8 ♀)</p> <p>Média de idades: 21,6 ± 2,4 anos</p>	Dinamómetro isocinético <i>Biodex System 3</i>	Antes e após a intervenção	Sem alterações significativas ( $p > 0,05$ ) entre os 2 momentos temporais no que diz respeito à reprodução da posição articular. Na avaliação do desvio da trajetória encontrou-se num movimento uma diferença significativa entre as duas avaliações ( $p = 0,037$ ).	Esta aplicação de crioterapia poderá ter implicações no desempenho desportivo a curto prazo de um atleta que necessite de utilizar o ombro na sua modalidade desportiva.
<i>Duarte et al.</i> (2008)	<p><b>Intervenção experimental</b> Saco (20 × 25 cm) com 1 kg de gelo partido. Duração: 15 min.</p> <p><b>Intervenção controlo</b> Repouso.</p>	<p>30 indivíduos (15 ♂ e 15 ♀)</p> <p>Média de idades ♂: 21,7 ± 0,6 anos</p> <p>Média de idades ♀: 22,0 ± 0,8 anos</p>	Dinamómetro isocinético <i>Biodex System 3</i>	Antes e após cada intervenção	Diminuição estatisticamente significativa após a aplicação do gelo ( $p < 0,001$ ). Não existência de diferenças significativas entre géneros ( $p = 0,453$ ).	Após a aplicação deste método de crioterapia poderá haver alterações do controlo proprioceptivo. Estas modificações são semelhantes no género masculino e feminino.

### **2.1.2 Efeito da crioterapia na cinestesia**

Contrariamente à SPA, existem poucos estudos que analisam a componente da cinestesia, muitas das vezes também designada como capacidade de deteção do movimento passivo. No que diz respeito ao efeito da crioterapia sobre esta componente da proprioceção, nenhuma investigação foi identificada. Também *Mariusz Pawel Furmanek, Kajetan Slomka e Grzegorz Juras*, no artigo de revisão publicado em 2014 não encontraram estudos sobre o mecanismo e influência da crioterapia na cinestesia (Furmanek et al., 2014).

De forma semelhante ao que sucedia com a SPA, são encontrados na literatura científica maioritariamente estudos que analisam a cinestesia na articulação do joelho (Ageberg, Flenhagen, & Ljung, 2007; Nagai, Sell, House, Abt, & Lephart, 2013; Refshauge, Chan, Taylor, & McCloskey, 1995; Shidahara et al., 2011). Como já foi visto anteriormente, a avaliação desta componente da proprioceção, consiste na deteção de movimento causado por uma força externa que faz mover um determinado segmento anatómico de forma passiva (Furmanek et al., 2014; Proske & Gandevia, 2012; Røijezon et al., 2015). Normalmente utilizam-se velocidades muito baixas para medir a cinestesia (Han et al., 2015), variando estas entre 0,1 °/s (Shidahara et al., 2011) e 1 °/s (Nodehi-Moghadam, Nasrin, Kharazmi, & Eskandari, 2013). Para *Miyuki Miyazato* e restante equipa de investigação, a cinestesia deve ser avaliada através a uma velocidade na ordem dos 0,1 °/s, de forma a maximizar o envio de *inputs* dos mecanorreceptores (Miyazato et al., 2008). Os principais instrumentos que têm sido utilizados na avaliação desta componente da proprioceção são o dinamómetro isocinético (Miyazato et al., 2008; Nagai et al., 2013; Shidahara et al., 2011), o goniómetro associado a um dispositivo robotizado (Allegrucci, Whitney, Lephart, Irrgang, & Fu, 1995) ou determinadas plataformas que movem passivamente um segmento anatómico (Ageberg et al., 2007; Nodehi-Moghadam et al., 2013). Até ao momento, as investigações têm tido como principais objetivos medir a cinestesia em indivíduos com determinadas características específicas (Allegrucci et al., 1995; Nodehi-Moghadam et al., 2013; Shidahara et al., 2011) ou testar a melhor forma de avaliar esta componente da proprioceção (Ageberg et al., 2007; Miyazato et al., 2008; Shidahara et al., 2011).

### **2.1.3 Efeito da crioterapia na STM**

Apenas foram encontrados 4 estudos que analisam o efeito de um método de crioterapia na STM. Duas dessas investigações, incidem na região anatómica do joelho (Costello et al., 2012; Tremblay et al., 2001), uma no tornozelo (Haupenthal et al., 2015) e a outra nos dedos da mão (Rubley et al., 2003).

O estudo mais antigo encontrado reporta-se a 2001, quando uma equipa de investigação da Universidade de Ottawa no Canadá decidiu testar a influência da crioterapia na capacidade de discriminar pequenas diferenças de peso, na região correspondente ao músculo quadríceps. Para tal, utilizaram uma amostra de 20 indivíduos fisicamente ativos (14 ♂ e 6 ♀), com uma média de idades de  $21,1 \pm 2,6$  anos, sem histórico de lesões prévias no joelho ou disfunções sensoriais. A STM foi avaliada com recurso a uma *leg extension machine*. Em 14 momentos diferentes colocaram-se duas cargas diferentes neste aparelho: uma carga *standard* e uma carga *standard* com um acréscimo de 0,50 | 0,40 | 0,28 | 0,11 kg. O indivíduo teve que efetuar um movimento ativo de extensão do joelho e referir qual delas era a mais pesada, sendo registado o número de vezes em que acertou na resposta. A ordem da colocação das cargas foi protocolada e os participantes estavam previamente vendados e com tampões nos ouvidos, de forma a retirar eventuais estímulos visuais e auditivos externos. A medição da STM foi efetuada antes e depois da realização do método de crioterapia que consistia na colocação de um saco de gelo na região anterior da coxa ao longo de 20 min. No que diz respeito aos resultados obtidos, não foram visíveis diferenças estatisticamente significativas ( $p = 0,81$ ) entre os dois momentos de avaliação da STM, levando os autores a concluir que a percepção de força do quadríceps não parece ser afetada pela aplicação de um arrefecimento local (Tremblay et al., 2001).

Dois anos mais tarde, Mack Rubley e respetivos colaboradores, efetuaram uma investigação com o objetivo de determinar variações da STM na preensão entre o 4º e 5º dedo da mão, após a aplicação de um método de crioterapia. Utilizaram como amostra 15 indivíduos (8 ♂ e 7 ♀), com uma média de idades de  $22 \pm 3$  anos, sem histórico de doenças neurológicas ou alergias ao gelo. Cada participante efetuava o procedimento experimental numa das mãos e o procedimento controlo na outra. A STM foi avaliada através de um dispositivo de preensão, com 2 monofilamentos sensíveis à pressão *Semmes-Weinstein*, conectados a um computador que dava *feedback* visual. Num momento inicial foi feita a medição da contração isométrica voluntária máxima de cada indivíduo. A avaliação da STM foi efetuada após cada intervenção, através de 3 contrações isométricas de 10 s, a 10%, 25% e 40% da força máxima anteriormente conseguida. O método de crioterapia utilizado consistiu na imersão em água a uma temperatura de 10 °C, desde o epicôndilo medial do úmero até às pontas dos dedos. Relativamente aos resultados, não foram obtidas diferenças estatisticamente significativas entre grupos ( $p > 0,05$ ) no que diz respeito à avaliação da STM. Foi ainda visível um aumento da variabilidade dos resultados à medida que era pedido ao indivíduo para reproduzir uma percentagem maior de força. Estes resultados evidenciam que a utilização de frio com fins analgésicos, não está contraindicada antes da realização de exercício submáximo (Rubley et al., 2003).

Em 2012, *Joseph Costello* e a sua equipa de investigação, elaboraram um estudo onde avaliaram entre várias coisas, os efeitos de uma intervenção com ar gelado na STM da região anatómica do joelho. A amostra foi constituída por 36 indivíduos fisicamente ativos (24 ♂ e 12 ♀) com uma média de idades de  $20,8 \pm 1,2$  anos, sem histórico de lesões nos MMII nos últimos 12 meses, sem problemas auditivos, vestibulares ou contra-indicações ao gelo. Estes participantes foram aleatoriamente distribuídos por 2 grupos homogéneos. O GE foi exposto a uma intervenção com ar gelado no corpo inteiro a uma temperatura de  $-110 \pm 3$  °C durante 3 min. O GC esteve em contacto com ar a uma temperatura de  $15 \pm 3$  °C no mesmo período de tempo. Antes da medição da STM, foi previamente avaliada a CIVM dos extensores do joelho numa posição de 90° de flexão, recorrendo à *Tornvall Chair*, que estava conectada a um computador de forma a dar *feedback* visual. Foi também este o instrumento utilizado para medir a STM, pedindo a cada participante para reproduzir 25 e 50% da CIVM. Em cada medição foram efetuadas 3 repetições, com 3 s de contração muscular, sem *feedback* visual. Previamente a esta avaliação era realizado um teste com *feedback* visual. As avaliações foram feitas antes, depois e após 15 min das respetivas intervenções. Não foram visíveis diferenças estatisticamente significativas entre grupos ( $p = 0,95$ ) nos vários momentos temporais avaliados. Os autores concluem que a aplicação deste método de crioterapia não produz um aumento do risco de lesão devido a diferenças na proprioção dos indivíduos (Costello et al., 2012).

Três anos mais tarde *Daniela Haupenthal* e os seus colaboradores elaboraram um estudo com o intuito de analisar o efeito de uma aplicação de crioterapia na STM da região anatómica do tornozelo. Para isso, utilizaram uma amostra de 20 indivíduos (10 ♂ e 10 ♀) com uma média de idades de  $26,8 \pm 5,2$  anos, sem histórico de lesões nos MMII nos últimos 2 meses e sem problemas circulatórios, diabetes ou outra condição que comprometa a sensibilidade da pele. Cada participante efetuou em dias distintos o procedimento experimental e o controlo. A intervenção experimental passava por fazer de forma intercalada, duas imersões em água de 20 e 10 min. Entre cada uma das aplicações foi realizada uma avaliação da STM. Esta medição foi feita com recurso a um sensor de pressão colocado numa placa inclinada a 45° que estava conectada a um computador que transmitia *feedback* visual. Previamente cada individuo efetuou uma medição da CIVM dos flexores dorsais do tornozelo, ao longo de 5 s. A avaliação da STM consistia em realizar sem *feedback* visual, 10 contrações de 5 s a 20% e 50% da CIVM, intervaladas por 15 s de repouso. Antes desta avaliação foi sempre feito um ensaio onde o participante tinha acesso a *feedback* visual. No que diz respeito aos resultados, o EA foi maior no GE comparativamente ao GC ( $p = 0,007$ ) e maior quando pedida uma contração a 50% da CIVM comparativamente a 20% da CIVM. ( $p < 0,001$ ). Os autores concluem que a aplicação deste método de crioterapia diminui a precisão na replicação de uma força isométrica e que este erro é maior para percentagens mais elevadas de força (Haupenthal et al., 2015).

### 3. Epidemiologia das lesões no badminton

De acordo com a *BWF*, o badminton não só é a modalidade com raquete mais rápida, como o quinto desporto mais popular do Mundo. Estima-se que cerca de 150 milhões de pessoas pratiquem badminton, sendo que 2000 participam em provas internacionais (*Badminton World Federation.*, 2016). Esta modalidade é praticada por pessoas de todas as idades e baseia-se num jogo de raquete, onde não existe contacto com o adversário e que requer dos atletas a realização repetida de saltos, afundos, mudanças de direção e movimentos rápidos dos MMSS em diversas posições posturais (*Shariff et al.*, 2009).

No que diz respeito à epidemiologia das lesões no badminton, normalmente as investigações são realizadas em países onde o badminton é bastante popular, como é o caso dos países nórdicos ou asiáticos. Alguns autores defendem que existe alguma carência de estudos clínicos relativos a esta modalidade (*Fahlström et al.*, 1998; *Jørgensen & Winge*, 1990).

Em 1990, um estudo dinamarquês efetuado por *U. Jørgensen* e *S. Winge* apresentou alguns dos primeiros dados nesta área. Verificou-se que o badminton apresenta um baixo risco de lesão (1,6 a 2,9 lesões por cada 1000 h de jogo), sendo que maioritariamente as lesões sucedem devido a sobrecarga, durante o treino, no pé ou tornozelo, preferencialmente em homens. Nesta investigação as lesões mais frequentemente encontradas foram as tendinites aquilianas e as epicondilites (*Jørgensen & Winge*, 1990).

Neste mesmo ano, outro estudo dinamarquês liderado por *K. Krøner* (1990) revelou que a prevalência das lesões incidiu mais sobre os MMII (82,9% das lesões registadas), comparativamente aos MMSS (11,1%). Observou-se ainda, que as lesões mais frequentes nos atletas jovens foram as entorses e roturas ligamentares, contrastando com os atletas mais velhos, em que as lesões musculares foram predominantes (*Krøner et al.*, 1990).

Quatro anos mais tarde, um novo estudo epidemiológico dinamarquês (*Høy et al.*, 1994) avaliou 100 atletas de badminton ao longo de 1 ano. Neste período, as lesões ocorreram maioritariamente em atletas do sexo masculino (58%), com mais de 25 anos de idade (53%). A lesão mais frequente foi a entorse (56%) e na sua maioria as lesões foram classificadas como sendo de gravidade moderada (56%) (*Høy et al.*, 1994).

Em 1998, uma investigação realizada na Suécia (*Fahlström et al.*, 1998), registou durante 4 anos a incidência de lesões que davam entrada no Hospital da Universidade de Umeå relacionadas com badminton. Verificou-se ao longo deste período que 1,2% das lesões desportivas registadas aconteceram no badminton. Maioritariamente os indivíduos lesionados eram iniciantes ou praticavam esta modalidade de forma recreativa (90,7%). As lesões mais frequentes foram as roturas aquilianas (34,6%) e as entorses do tornozelo (29,5%). Regra geral, a gravidade das lesões foi ligeira (51,3%) ou moderada (48,7%) (*Fahlström et al.*, 1998).

No ano de 2007, em estudo efetuado em Hong Kong na China (Yung et al., 2007), acompanhou 44 atletas de badminton ao longo de 1 ano. Para além de se constatar que ao longo desse ano as lesões mais frequentes foram os estiramentos musculares, observou-se também que as zonas mais suscetíveis a lesão foram o dorso (17 lesões registadas), o ombro, o joelho e a coxa (cada região com 15 lesões registadas) (Yung et al., 2007).

Um ano mais tarde, na Malásia observaram-se vários atletas de badminton, ao longo de 2 anos, tendo-se registado 469 lesões. De acordo com este estudo, os 3 locais mais suscetíveis a lesões são os MMII (63,1% das lesões observadas), os MMSS (18,1%) e a região dorso-lombar (16,6%). Nos MMII a região anatómica mais vulnerável foi o joelho (37,1%), apresentando como principais lesões as tendinopatias patelares, os estiramentos ou roturas do quadrícipite e as lesões nos meniscos e ligamentos. Nos MMSS o ombro é a região anatómica mais afetada (36,9%), sendo a tendinopatia da coifa dos rotadores a disfunção mais registada. Na região dorso-lombar, grande parte das lesões foram contraturas musculares (Shariff et al., 2009).

No ano de 2013, uma equipa de investigação iraniana observou ao longo de uma época desportiva as lesões que ocorreram nas atletas femininas que participaram no principal campeonato do país. Registaram-se apenas lesões nos MMII (87,5%) e MMSS (12,5%), sendo as principais os estiramentos musculares (44,4%), os entorses (22,2%) e as ruturas musculares ou fraturas (22,2%) (Mahmudieh et al., 2013).

Já em 2016, um estudo japonês verificou que as lesões no badminton são mais frequentes em jogo, sendo maioritariamente classificadas como leves (83,8%) e ocorrendo aproximadamente 3 vezes mais devido a sobrecarga em comparação a um evento traumático (Miyake et al., 2016).

# CAPÍTULO III

---

## Metodologia da investigação

## **1. Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo clínico, longitudinal prospetivo, com vários momentos de avaliação das 3 componentes da proprioção. Todos os participantes no estudo efetuaram o procedimento experimental, uma aplicação de crioterapia e um procedimento controlo em que não fizeram qualquer intervenção terapêutica.

## **2. População em estudo**

Os últimos dados da Federação Portuguesa de Badminton reportam-se à época desportiva 2013 / 2014 e indicam que o universo da amostra utilizada neste estudo tem uma dimensão de 1935 atletas federados de badminton pertencentes a 59 clubes distribuídos por Portugal continental e Ilhas (Federação Portuguesa de Badminton, 2016).

## **3. Critérios de inclusão**

Foram considerados os seguintes critérios para a inclusão de atletas no presente estudo:

- Todos os atletas federados na modalidade de badminton em Portugal, na época 2015/2016.
- Ter nacionalidade portuguesa.
- Ter uma idade compreendida entre os 15 e os 35 anos.
- Ter pelo menos um ano de prática na modalidade desportiva.
- Efetuar em média pelo menos um treino semanal de badminton.
- Aceitar participar no estudo.

## **4. Critérios de exclusão**

Foram considerados os seguintes critérios para a exclusão de atletas no presente estudo:

- Ter lesões neurológicas.
- Ter lesões auditivas ou vestibulares.
- Apresentar um histórico de lesões traumáticas no ombro como por exemplo: fraturas, luxações, subluxações, cirurgias.
- Apresentar qualquer condição que provoque dor ou sintomatologia que afete os movimentos ativos do ombro.

- Ter reações adversas ou alguma contraindicação ao gelo, como por exemplo: áreas com sensibilidade ou irrigação alterada, alergias ao gelo ou doença de *Raynaud*.
- Apresentar amplitudes de movimento fora dos padrões de movimento normais.
- Estar a participar em programas de recuperação proprioceptiva.
- Consumir medicação que possa afetar as condições da experiência.

## 5. Caracterização da amostra

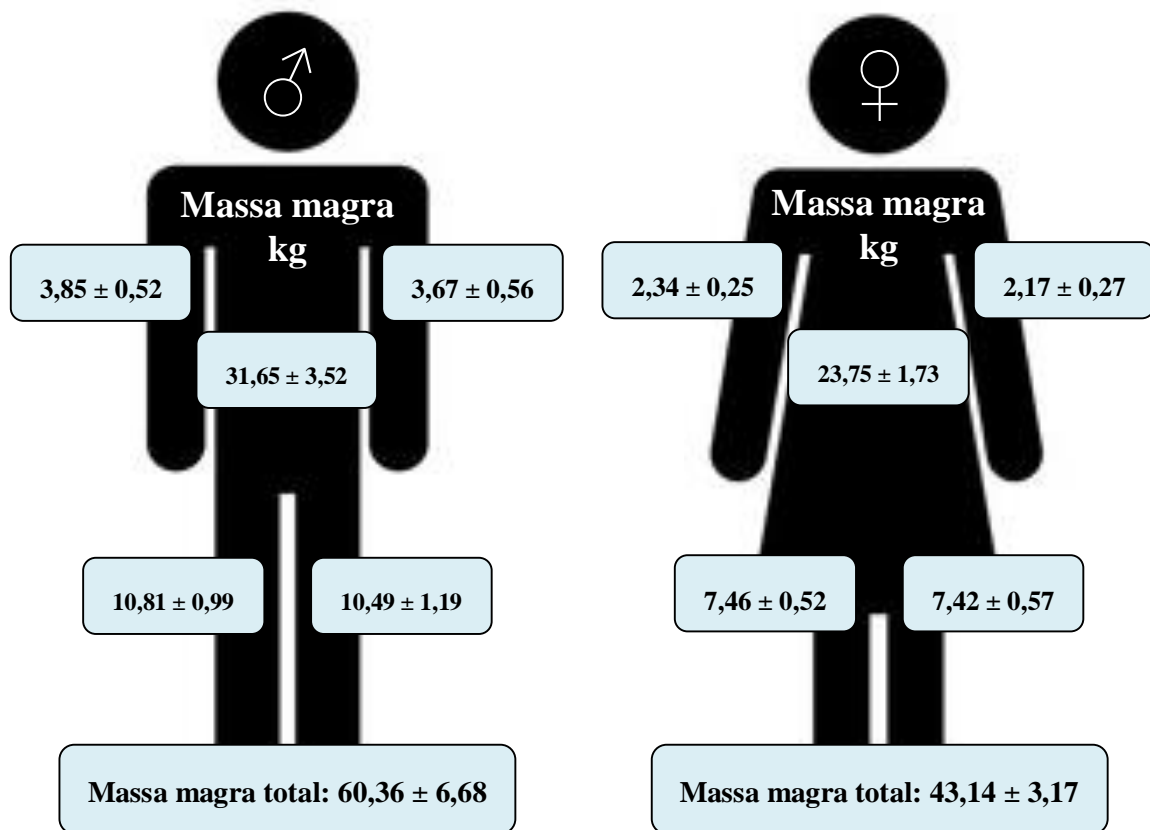
A amostra foi constituída por conveniência, sendo formada por atletas federados que no momento da recolha viviam nas proximidades de Coimbra, cidade onde foi realizada a recolha de dados para este estudo. Faziam parte dela 30 atletas federados de badminton, pertencentes a 3 das equipas que competem atualmente nas provas nacionais em Portugal. Metade dos participantes eram do género masculino e a outra metade do género feminino, sendo que todos utilizavam a mão direita para pegar na raquete. As idades médias eram  $21,00 \pm 5,60$  anos, e a experiência na modalidade  $8,40 \pm 6,93$  anos. Para além disso, efetuavam uma média de  $2,93 \pm 1,26$  treinos por semana (Tabela 4).

**Tabela 4:** Análise descritiva das variáveis quantitativas do estudo.

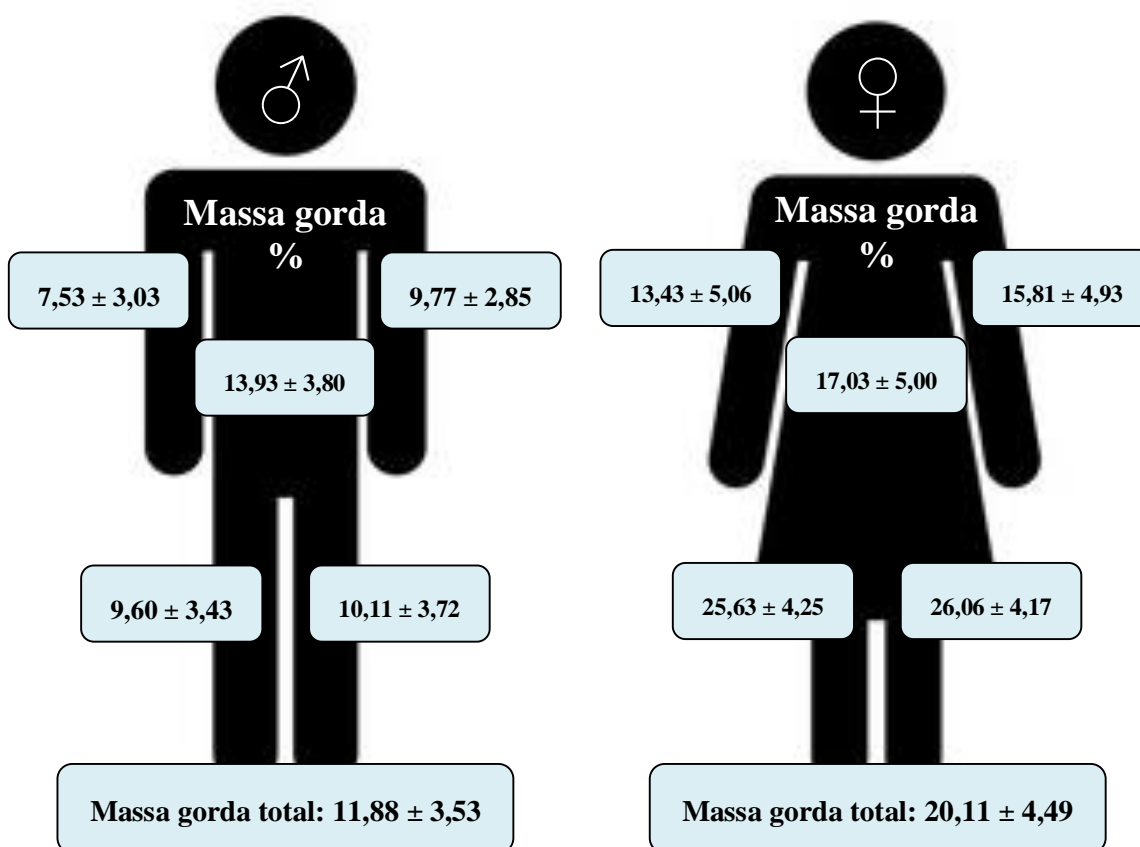
	Amostra total (n = 30)				Sexo masculino (n = 15)		Sexo feminino (n = 15)	
	Mínimo	Máximo	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Idade (anos)	15,00	34,00	21,00	5,60	21,47	5,71	20,53	5,64
Peso (kg)	47,00	96,40	64,77	11,33	72,39	10,16	57,15	6,18
Altura (m)	1,52	1,87	1,70	0,10	1,78	0,05	1,62	0,05
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17,00	27,00	21,83	2,34	22,33	2,58	21,33	2,02
Prega tricipital (mm)	4,00	22,00	10,43	4,83	7,07	1,98	13,80	4,48
Treinos semanais	1,00	6,00	2,93	1,26	3,33	1,35	2,53	1,06
Anos de badminton	1,00	27,00	8,40	6,93	10,00	7,08	6,80	6,62

Outro parâmetro fundamental para este estudo é a percentagem de massa gorda da amostra, especialmente na região anatómica onde foi efetuada a intervenção. A existência de mais ou menos tecido adiposo irá ter implicações na condução de energia térmica entre o meio externo e interno do organismo no momento da aplicação de gelo.

Observa-se que os atletas do sexo masculino apresentaram um peso médio de  $72,39 \pm 10,16$  kg, sendo que  $60,36 \pm 6,68$  kg desse valor corresponde a massa magra e  $11,88 \pm 3,53$  % a massa gorda. Por sua vez as atletas do sexo feminino, tinham um peso médio de  $57,15 \pm 6,18$  kg, correspondendo  $43,14 \pm 3,17$  kg desse peso a massa magra e  $20,11 \pm 4,49$  % a massa gorda (Tabela 4, Figura 1 e 2). No que diz respeito à prega adiposa tricípital do ombro dominante dos atletas, visualizou-se que em média os participantes apresentavam  $8,40 \pm 6,93$  mm (Tabela 4). É possível verificar uma discrepância normal entre género masculino ( $7,07 \pm 1,98$  mm) e feminino ( $13,80 \pm 4,48$  mm),



**Figura 1:** Média e DP da massa magra (kg) total e de cada segmento corporal em função do género.



**Figura 2:** Médias e DP da massa gorda (%) total e de cada segmento corporal em função do género.

## 6. Local do estudo

O procedimento experimental foi efetuado no Laboratório de Fisioterapia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra.

## 7. Material e instrumentos utilizados

- Dinamómetro isocinético *Biodex System 3* com o adaptador para a articulação do ombro.
- Balança de composição corporal *Tanita BC-601*.
- Estadiómetro.
- Termómetro para medição da temperatura corporal superficial.
- Cronómetro *Geonaute ONstart 300*.
- Adipómetro.
- Congelador.

- Sacos de plástico (30 x 40 cm).
- Aparelho de ar condicionado.
- Venda preta.
- Auscultadores e mp3 com o ruído branco.
- *Tape* branco (1 rolo).
- Ligadura elástica não adesiva (2 ligaduras).



**Figura 3:** *Setup* com todo o material utilizado no momento da recolha dos dados.

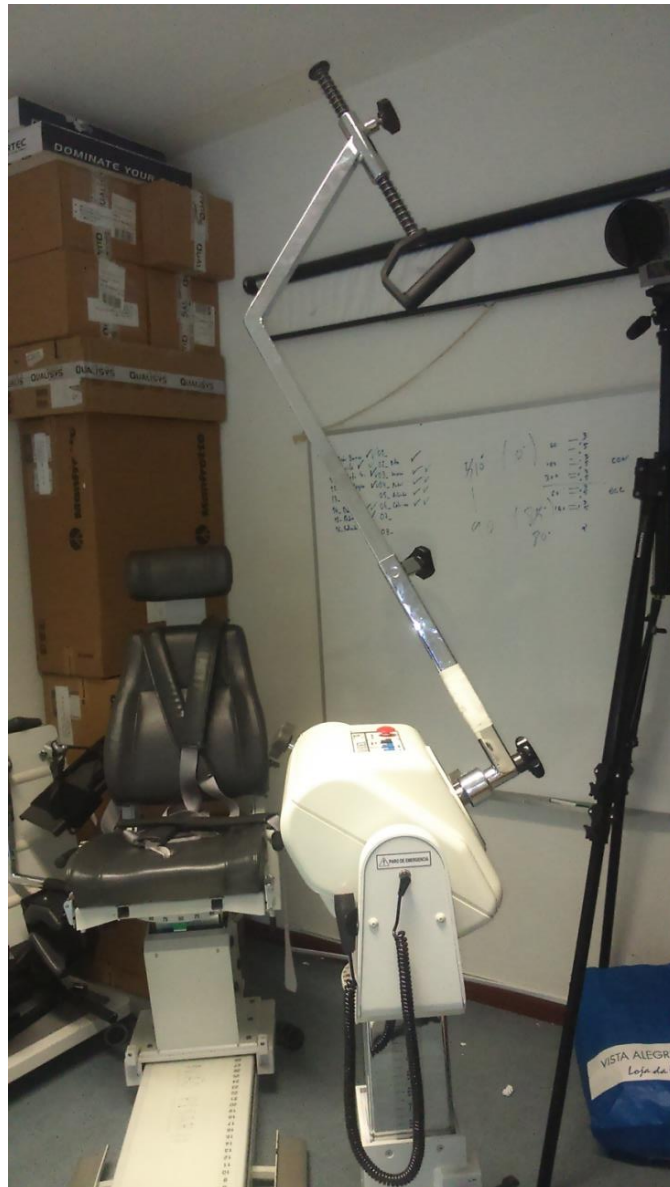
## 8. Procedimentos da recolha de dados

Com o intuito de identificar o ângulo de flexão do ombro no qual os atletas de badminton contactavam o volante nos 3 principais batimentos acima da cabeça, foi feito um estudo piloto (Tavares & Castro, 2017). O valor extraído desse estudo preliminar, foi considerado o ângulo da articulação do ombro de maior interesse para a modalidade, tendo todos os procedimentos seguintes sido efetuados com base nesse ângulo.

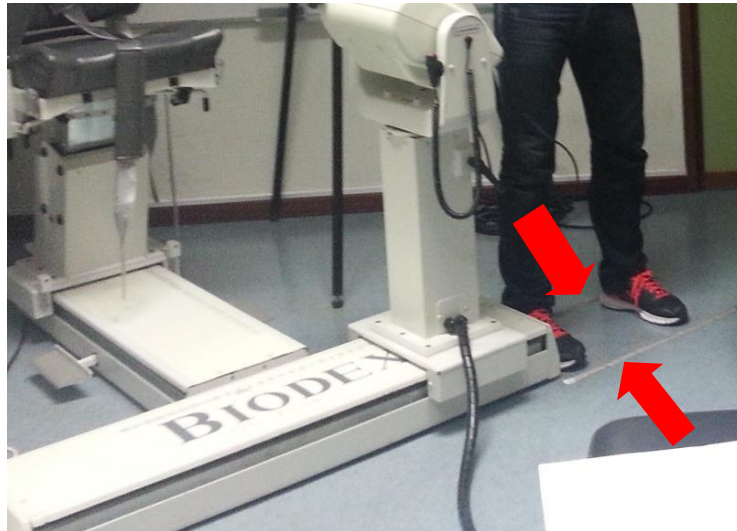
Antes da recolha de dados, os atletas participantes foram devidamente informados através de um documento escrito (Apêndice 4), sobre o que iriam fazer e quais os objetivos do estudo.

O *setup* experimental era sempre revisto antes da chegada do atleta ao Laboratório de Fisioterapia. O dinamómetro isocinético foi colocado numa posição que permitisse ao participante efetuar os respetivos testes sem constrangimentos. O adaptador para o ombro estava colocado numa posição de 90° de rotação e 30° de inclinação de forma a permitir uma posição em pé

ajustada (Figura 4). Preservaram-se 10 cm de distância entre o dinamômetro e o local onde era dito ao atleta para colocar o seu pé direito. Esta posição foi escolhida por ser a mais ecológica para a avaliação do movimento em relação a um batimento de badminton. Foram colocadas duas linhas paralelas no chão, de forma a sinalizar o local onde os participantes deveriam ter sempre os pés ao longo dos testes (Figura 5). Preservou-se ainda que o monitor do computador do dinamômetro estava à frente do local da recolha (Figura 3).



**Figura 4:** Posição do dinamômetro isocinético e respetivo adaptador para avaliar o ombro.



**Figura 5:** Posição do participante no momento da recolha de dados.

Inicialmente os atletas foram informados sobre o estudo e caso consentissem participar (Apêndice 2), eram avaliados para verificar se preenchiam os critérios de inclusão e não tinham presentes fatores de exclusão. Em seguida foi efetuada a monitorização inicial dos parâmetros de caracterização da amostra. Com os participantes descalços procedeu-se à medição de alguns parâmetros antropométricos: peso (kg), massa magra (kg) e massa gorda (%) recorrendo à balança de composição corporal; altura (m) através do estadiómetro e prega adiposa tricipital (mm) com o auxílio do adipómetro. Esta última medição foi efetuada na linha média da face posterior do braço dominante, a meia distância entre o ombro e o cotovelo, com o MMSS relaxado (Duarte et al., 2008). Conjuntamente os atletas foram questionados sobre o número de treinos semanais de badminton que faziam, o número de anos de prática da modalidade e o histórico de lesões no MMSS dominante.

Após esta recolha de informação, o individuo foi levado para o dinamómetro isocinético, de forma a ser feito o ajuste da altura do aplicativo para ombro. Foi dito a cada atleta para imaginar um batimento de badminton acima da cabeça e após isto referir qual a altura que lhe parecia mais ajustada. Previamente a qualquer medição, a amplitude de movimento do dinamómetro foi calibrada para graus anatómicos.

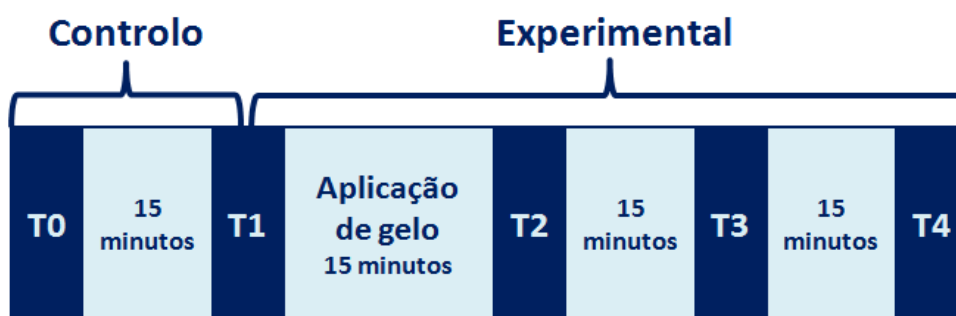
O movimento estudado no dinamómetro foi uma diagonal do ombro, ou seja, um movimento combinado de extensão, adução e rotação interna, de forma a simular da melhor forma um batimento acima da cabeça no badminton. Todas as medições ocorreram na posição de 149° desta diagonal do ombro (posição de teste). Este valor traduz a média dos 90 batimentos analisados no estudo piloto que é apresentado no final deste Capítulo. Optou-se por este valor médio, pois as amplitudes apresentadas para cada batimento são muito semelhantes entre si. Caso se fizesse uma análise individual o erro associado às medições seria superior às diferenças entre

os valores obtidos para cada batimento, não permitindo retirar conclusões sobre a forma como o gelo influenciaria a proprioção de cada um destes gestos técnicos.

Em seguida, efetuou-se a avaliação da força máxima da musculatura responsável pelos batimentos acima da cabeça no badminton. Para isso, utilizou-se o modo de avaliação de força isométrica. Antes desta medição foi retirada a força correspondente à ação da gravidade. Como na posição de teste o dinamómetro não reconhecia nenhuma força vertical, optou-se por fazer esta medição na primeira posição considerada válida pelo dinamómetro abaixo dos 149° da diagonal do ombro. Para avaliar a força máxima, pediu-se ao atleta a realização de 3 repetições máximas mantidas por 3 segundos na posição de teste (Costello et al., 2012). Entre cada repetição preservaram-se 10 segundos de descanso (Duarte et al., 2008). Após o teste retirou-se o valor máximo de força do conjunto de 3 repetições. Posteriormente foi calculado 50% desse valor (Costello et al., 2012; Hauptenthal et al., 2015), de forma a existir uma referência na avaliação da STM do ombro.

Antes da medição da proprioção foi verificada a temperatura ambiente que deveria estar nos 20° C (Balakrishnan & Charles, 2016) e a temperatura da superfície da pele na região anterior do ombro dominante do atleta. Em seguida, procedeu-se à avaliação das 3 componentes da proprioção: SPA, cinestesia e STM. Utilizou-se uma grelha com as combinações da ordem das componentes a avaliar (Apêndice 3), de forma a garantir que todas fossem avaliadas de forma equitativa, sem interferência do fator temporal.

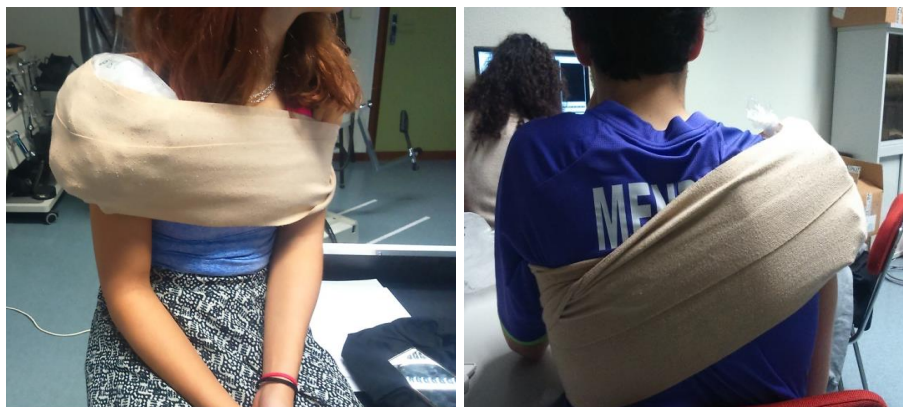
As componentes da proprioção foram avaliadas em 5 momentos temporais distintos (Figura 6). Os momentos T0 e T1, distanciados por 15 min de repouso, serviram como procedimento controlo. O momento T1 serviu ainda de *baseline* para o procedimento experimental. Após esse momento, foi efetuada uma aplicação de gelo durante 15 min e em seguida mais 3 medições da proprioção com 15 min de intervalo entre elas.



**Figura 6:** Ordem temporal da recolha de dados efetuada neste estudo longitudinal.

A intervenção efetuada consistiu na aplicação de 1 kg de gelo sólido em cubo, dentro de um saco plástico (30 x 40 cm), durante 15 min. Garantiu-se que o saco estava fechado e sem ar lá

dentro. A aplicação foi feita sobre o bordo anterior do acrómio, cobrindo o músculo deltoide e o bordo lateral da omoplata. O saco de gelo foi suportado através de uma ligadura elástica não adesiva, sem promover qualquer tipo de compressão (Figura 7) (Duarte et al., 2008).



**Figura 7:** Aplicação de gelo nos atletas.

Antes da avaliação de cada componente da proprioção, foram dadas instruções pormenorizadas aos participantes, sobre os procedimentos que se iriam desenrolar ao longo da recolha de dados. Procurou-se que essas informações fossem transmitidas de forma clara, objetiva e idêntica para todos os indivíduos, para minimizar eventuais erros experimentais associados

- **Avaliação da SPA ativa** (Figura 8)

O dinamómetro foi colocado no modo de avaliação da proprioção da diagonal do ombro na posição de pé. Previamente ao teste, o indivíduo colocou uma venda nos olhos e uns auscultadores nos ouvidos que transmitiam ruído branco (Costello et al., 2012). O interruptor do dinamómetro usado para identificar as posições foi colocado na mão não dominante do participante. No primeiro momento do teste, o MMSS dominante do atleta foi levado para a posição de partida, ou seja para a máxima posição angular possível da diagonal do ombro que o dinamómetro permitia (cerca de 250°). Em seguida, de forma passiva, o dinamómetro moveu o segmento anatómico para a posição de teste (149° da diagonal do ombro), dando 5 segundos para cada participante memorizar esta posição (Costello et al., 2012). Depois disso, deslocou-se novamente de forma passiva para a posição de partida. Após 10 segundos de repouso (Duarte et al., 2008), o investigador dava um ligeiro toque no ombro não dominante do atleta e este deveria mover de forma ativa o seu MMSS em teste até à posição prévia, acionando o interruptor do dinamómetro quando considerasse que tinha atingido essa posição. Este procedimento foi repetido 3 vezes (Duarte et al., 2008; Röijezon et al., 2015). A velocidade angular escolhida para o movimento em teste foi de 500°/s, ou seja, a velocidade máxima disponibilizada pelo

dinamómetro isocinético, pois foi considerada a mais ajustada para a simulação dos batimentos de badminton pretendidos.



**Figura 8:** Avaliação da SPA ativa do atleta.

- **Avaliação da cinestesia**

Para a avaliação da cinestesia, o dinamómetro isocinético foi colocado no modo de movimento passivo manual. Previamente ao teste, o indivíduo colocou uma venda nos olhos e uns auscultadores nos ouvidos que transmitiam ruído branco. Foi ainda dado o interruptor do dinamómetro para a mão não dominante do participante. O MMSS começou por ser colocado na posição de teste (149° da diagonal do ombro). Em seguida, o investigador responsável dava um ligeiro toque no ombro não dominante do atleta, para assinalar o momento a partir do qual deveria estar atento ao movimento passivo induzido pelo dinamómetro. O instante em que o movimento era acionado pelo investigador foi variando em cada repetição efetuada, de forma a não criar a habituação do participante. Assim que o atleta sentisse movimento no seu MMSS deveria acionar o interruptor do dinamómetro. Em seguida, o segmento anatómico era reposicionado novamente na posição de teste. Este procedimento foi repetido 3 vezes (Han et al., 2015; Röjjezon et al., 2015), preservando-se sempre 10 segundos de descanso entre repetições (Duarte et al., 2008). A velocidade angular escolhida para o movimento passivo induzido pelo dinamómetro foi de 0,25°/s (Han et al., 2015). Alguns autores referem que devem ser utilizadas velocidades ainda mais baixas (Miyazato et al., 2008; Shidahara et al., 2011), no entanto optou-se por este valor por ser o menor disponibilizado pelo dinamómetro isocinético presente no Laboratório de Fisioterapia.

Face às condições do dinamómetro isocinético não foi possível avaliar esta componente da proprioceção. Nos 3 pré-testes realizados antes da avaliação na amostra de 30 atletas, visualizou-se que quando o movimento passivo do dinamómetro era acionado, este provocava alguma

vibração facilmente percebida pelo participante que automaticamente carregava no interruptor. Esta vibração era causada por alguma folga existente entre o encaixe das diferentes peças do dinamómetro que não foi possível resolver. Posto isto, embora se tenha descrito toda a metodologia relativa à avaliação da cinestesia, ela não foi avaliada na amostra de 30 atletas devido ao erro associado que não deixaria retirar conclusões reais.

- **Avaliação da STM**

A medição da STM foi bastante similar à avaliação da força máxima já descrita, apesar de nesta o objetivo ser o de reproduzir apenas 50% desse valor máximo (Costello et al., 2012; Hauptenthal et al., 2015). Utilizou-se o modo de avaliação de força isométrica. Antes do teste foi retirada a força correspondente à ação da gravidade na primeira posição considerada válida pelo dinamómetro isocinético abaixo da posição de teste. Ao longo de toda a medição, o MMSS dominante do participante esteve sempre na posição de 149° da diagonal do ombro. Começaram por ser pedidas 3 repetições (Röijezon et al., 2015) mantidas por 3 segundos (Costello et al., 2012), onde o atleta tentou reproduzir 50% da sua força máxima previamente avaliada (Costello et al., 2012; Hauptenthal et al., 2015). Entre cada repetição preservaram-se 10 segundos de descanso (Duarte et al., 2008). Nesta primeira fase, o indivíduo recebeu *feedback* visual através do monitor do computador do dinamómetro, de forma a saber qual a quantidade de força que correspondia aos seus 50%. Na segunda parte do teste o indivíduo foi vendado e repetiu o mesmo procedimento. Durante esta fase o investigador deu instruções verbais para que o participante soubesse qual o momento em que deveria começar a fazer força (Costello et al., 2012).

Todos os dados recolhidos durante os procedimentos experimentais foram registados numa folha de registo dos resultados obtidos (Apêndice 5).

## **9. Variáveis em estudo**

Após a avaliação das componentes da proprioceção, os resultados obtidos foram registados em ° (SPA) e em N.m (STM). Posteriormente foram calculados o EA, ER e EV das 3 repetições de cada medição, em todos os momentos temporais avaliados. O EA dá a indicação da precisão em termos de amplitude global do erro, sem ter em consideração a direção do erro ou seja, se fica aquém ou além do valor esperado; o ER transmite a diferença entre o ângulo real e o ângulo alvo, considerando a direção desta diferença e o EV expressa a variação, ou consistência dos resultados, fornecendo uma estimativa da precisão e é obtido através do desvio padrão dos diferentes valores de erro relativo (Costello et al., 2012; Röijezon et al., 2015).

- **Variáveis dependentes**

- Temperatura superficial da região anterior do ombro (° C)
- EA das 3 repetições da avaliação da SPA (°)
- ER das 3 repetições da avaliação da SPA (°)
- EV das 3 repetições da avaliação da SPA (°)
- EA das 3 repetições da avaliação da STM (N.m)
- ER das 3 repetições da avaliação da STM (N.m)
- EV das 3 repetições da avaliação da STM (N.m)

- **Variáveis independentes**

- Idade (anos)
- Género (♂/♀)
- Ombro dominante (direito/esquerdo)
- Treinos semanais (número de vezes)
- Anos de badminton federado (anos)
- Peso (kg)
- Altura (m)
- IMC (kg/m<sup>2</sup>)
- Massa magra segmentar (kg)
- Massa magra corporal total (kg)
- Massa gorda segmentar (%)
- Massa gorda corporal total (%)
- Prega adiposa tricipital (mm)

## **10. Processamento das variáveis em estudo**

O cálculo do EA, ER e EV para esta investigação foi efetuado de acordo com o estudo de *J. T. Costello, L. A. Algar e A. E. Donnelly (2012)*.

- **Cálculo do EA**

Para cada teste foi calculada a diferença entre o valor obtido em cada repetição e o valor esperado (149° na SPA ou o valor de N.m correspondente a 50% da força máxima obtida pelo atleta) e usados os valores absolutos dessa diferença para calcular a média.

**Exemplo:**

→ Os valores obtidos após uma das avaliações da SPA foram: 144°, 150° e 148°

→  $149^\circ - 144^\circ = 5^\circ$

$149^\circ - 150^\circ = -1^\circ$

$149^\circ - 148^\circ = 1^\circ$

→ Valores absolutos dos resultados: 5, 1, 1

→ Média dos 3 valores absolutos:  $(5 + 1 + 1) / 3 = 2,33$

- **Cálculo do ER**

Para cada teste foi calculada a diferença entre o valor obtido em cada repetição e o valor esperado (149° na SPA ou o valor de N.m correspondente a 50% da força máxima obtida pelo atleta) e calculada a média dos 3 valores relativos.

**Exemplo:**

→ Os valores obtidos após uma das avaliações da SPA foram: 144°, 150° e 148°

→  $149^\circ - 144^\circ = 5^\circ$

$149^\circ - 150^\circ = -1^\circ$

$149^\circ - 148^\circ = 1^\circ$

→ Média dos 3 valores relativos:  $(5 + 1 - 1) / 3 = 1,67$

- **Cálculo do EV**

Para cada teste foi calculada a diferença entre o valor obtido em cada repetição e o valor esperado (149° na SPA ou o valor de N.m correspondente a 50% da força máxima obtida pelo atleta) e calculado o desvio padrão relativo à média dos 3 valores de erro relativo.

**Exemplo:**

→ Os valores obtidos após uma das avaliações da SPA foram: 144°, 150° e 148°

→  $149^\circ - 144^\circ = 5^\circ$

$149^\circ - 150^\circ = -1^\circ$

$149^\circ - 148^\circ = 1^\circ$

→ Desvio padrão dos 3 valores relativos: 3,06

## 11. Análise estatística

Toda a análise estatística foi feita através do *software PASW Statistics 18*.

Para a caracterização da amostra, recorreu-se à estatística descritiva simples, isto é, aos valores da média, máximo, mínimo e desvio padrão. Utilizaram-se nesta análise variáveis

qualitativas nominais (género e ombro dominante) e variáveis quantitativas (idade, peso, altura, IMC, prega adiposa tricipital, treinos semanais e anos de prática da modalidade).

A verificação da normalidade da distribuição das variáveis dependentes foi avaliada através do teste de *Shapiro Wilk* (Apêndice 6). Em seguida, foi feita a análise descritiva, recorrendo aos valores de média e desvio padrão, das variáveis dependentes do estudo, nos vários momentos de medição. Para verificar a significância estatística das diferenças entre dois momentos temporais distintos e nos grupos (♀ e ♂) foi utilizado o Teste de *Wilcoxon* para variáveis sem distribuição normal e o Teste *t* para amostras emparelhadas para variáveis com a normalidade garantida. Para além disso, analisou-se a variância entre géneros, em todas as variáveis dependentes, nos diferentes momentos de medição. Quando os pressupostos de normalidade não estavam presentes utilizou-se o Teste de *Mann-Whitney* e no caso contrário recorreu-se ao Teste de *t* para amostras independentes.

## **Estudo piloto**

Ângulo de flexão do ombro no momento de impacto no volante nos batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate.

### Ângulo de flexão do ombro no momento de impacto no volante nos batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate.

Nuno Tavares<sup>1</sup>, Maria António Castro<sup>2</sup>

#### Resumo

**Fundamento:** Está descrito que o ângulo de flexão do ombro no momento de impacto no volante é maior no *clear*, seguido do *amortie* e por último do remate. **Objetivo:** Analisar as diferenças entre as posições angulares de flexão do ombro no momento de impacto no volante, durante a execução dos batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate. **Amostra:** Participaram neste estudo 3 atletas com uma média de idades de  $30,67 \pm 3,06$  anos, de nacionalidade portuguesa com experiência internacional, sendo um deles atleta olímpico. **Recolha de dados:** A recolha teve lugar num campo de badminton onde cada atleta efetuou 10 repetições dos 3 batimentos em análise, enquanto era filmado no plano sagital por duas câmaras *Casio exlim* que captavam 190 imagens por segundo. Antes de efetuar a atividade experimental, as referências anatómicas do lado dominante de cada atleta foram sinalizadas, através da colocação de marcadores refletivos nas espinhas ilíacas antero e póstero superiores, bordo lateral do acrómio e epicôndilo lateral e medial do cotovelo. Os vídeos dos batimentos foram analisados recorrendo ao programa *Kinovea* – versão 15, sendo em seguida efetuado o tratamento estatístico dos dados através do *software PASW Statistics 18*. **Resultados:** Em média o ângulo de flexão do ombro no momento de impacto no volante foi de  $152,3^\circ \pm 8,00$  no *clear*,  $148,3^\circ \pm 7,53$  no remate e  $147,1^\circ \pm 9,06$  no *amortie*. **Conclusão:** Neste estudo piloto, o *clear* foi o batimento no qual os atletas contactaram mais cedo o volante, seguido do remate e por último do *amortie*.

<sup>1</sup> Licenciado e aluno do 2º ano de Mestrado em Fisioterapia - Instituto Politécnico de Coimbra, ESTESC<sup>a</sup> - Coimbra Health School, Departamento de Fisioterapia.

<sup>2</sup> Licenciada e PhD em Fisioterapia - Instituto Politécnico de Coimbra, ESTESC<sup>a</sup> - Coimbra Health School, Departamento de Fisioterapia & Universidade de Coimbra – Centro de Investigação em Engenharia Mecânica, Coimbra, Portugal.

## Introdução


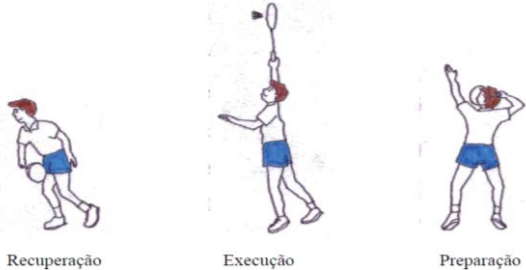
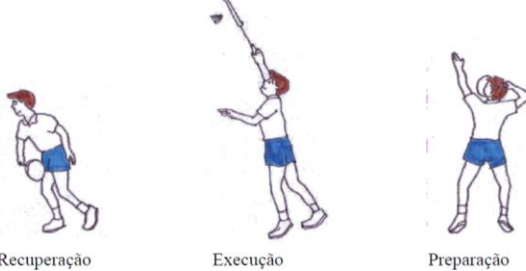
De acordo com a *Badminton World Federation*, o badminton não só é a modalidade com raquete mais rápida, como o quinto desporto mais popular do Mundo. Estima-se que cerca de 150 milhões de pessoas a pratiquem, sendo que 2000 participam em provas internacionais (Badminton World Federation, 2016). Esta modalidade é praticada por pessoas de todas as idades e baseia-se num jogo de raquete, onde não existe contacto com o adversário e que requer dos atletas a realização repetida de saltos, afundos, mudanças de direção e movimentos rápidos dos membros superiores em diversas posições posturais (Shariff et al., 2009).

De forma semelhante à maioria dos gestos técnicos desportivos, o batimento do volante no badminton pode ser dividido em 3 fases distintas: preparação, execução e recuperação. A fase de preparação compreende a movimentação da posição base para o local onde irá acontecer o batimento, seguida do balanço atrás da raquete. A execução inicia-se no momento em que a raquete começa a deslocar-se para a frente e termina quando ocorre o seu impacto no volante. A fase de recuperação é composta pela continuação do movimento da raquete e posterior recuperação para a posição base (Federação Portuguesa de Badminton, 2016).

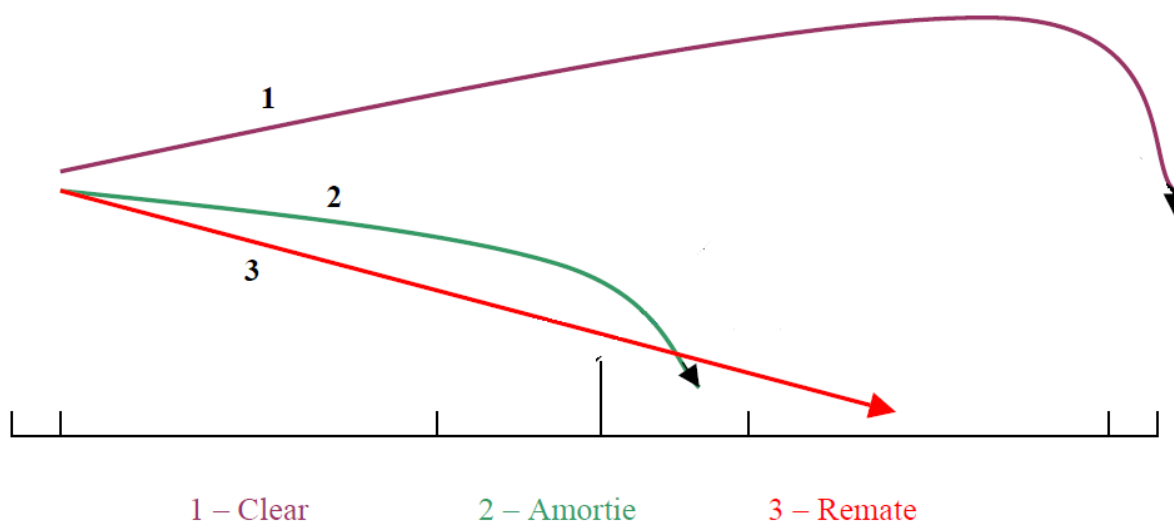
Esta investigação irá analisar 3 diferentes batimentos de badminton: *clear*, *amortie* e remate. Estes gestos técnicos são preparados de forma muito semelhante entre si, no entanto diferem em determinadas variáveis: momento de impacto no volante, trajetória que é dada ao volante, ângulo de saída do volante, altura do volante no momento do impacto (Tabela 5 e Figura 9) (Carazo, Cabello, Rivas, & Ferro, 2004).

Relativamente ao momento de impacto no volante, está descrito que o atleta contacta o volante mais cedo no *clear*, seguindo-se o *amortie* e por último o remate. Ou seja, teoricamente o ângulo de flexão do ombro no momento do impacto irá ser maior no *clear* e menor no remate (Federação Portuguesa de Badminton, 2016). Todavia, importa conhecer com exatidão as amplitudes médias de execução de cada um destes batimentos para uma melhor compreensão das técnicas de execução e dos possíveis mecanismos de lesão. Na tentativa de perceber melhor esta temática, o presente estudo piloto tem como objetivo analisar os ângulos de flexão do ombro no momento de impacto no volante, durante a execução de cada um destes 3 batimentos de badminton.

**Tabela 5:** Diferenças entre os batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate.

Batimento	Breve descrição	Ilustração do batimento
<b>Clear</b>	Batimento executado por cima da cabeça que impõe ao volante uma trajetória alta e longa para o fundo do campo do adversário.	 <p>Recuperação      Execução      Preparação</p>
<b>Amortie</b>	Batimento executado por cima da cabeça que tem como objetivo enviar o volante para junto da zona de rede.	 <p>Recuperação      Execução      Preparação</p>
<b>Remate</b>	Batimento muito energético, executado por cima da cabeça, que apresenta uma trajetória o mais picada e rápida possível.	 <p>Recuperação      Execução      Preparação</p>

Federação Portuguesa de Badminton, 2016



**Figura 9:** Trajetórias do *clear*, *amortie* e remate.

## Metodologia

Este estudo transversal preliminar foi efetuado de forma a obter os valores médios do ângulo de flexão do ombro, no momento em que ocorre o impacto do volante na raquete, nos batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate, com o intuito de fundamentar o ângulo de flexão do ombro a usar em estudos biomecânicos posteriores. Para isso, foi efetuada uma recolha de dados de atletas de elite, num campo de badminton. Participaram neste estudo 3 atletas de nacionalidade portuguesa com experiência internacional, sendo um deles atleta olímpico. Tinham uma idade média de  $30,67 \pm 3,06$  anos e possuíam  $22,33 \pm 4,51$  anos de experiência na modalidade (Tabela 6).

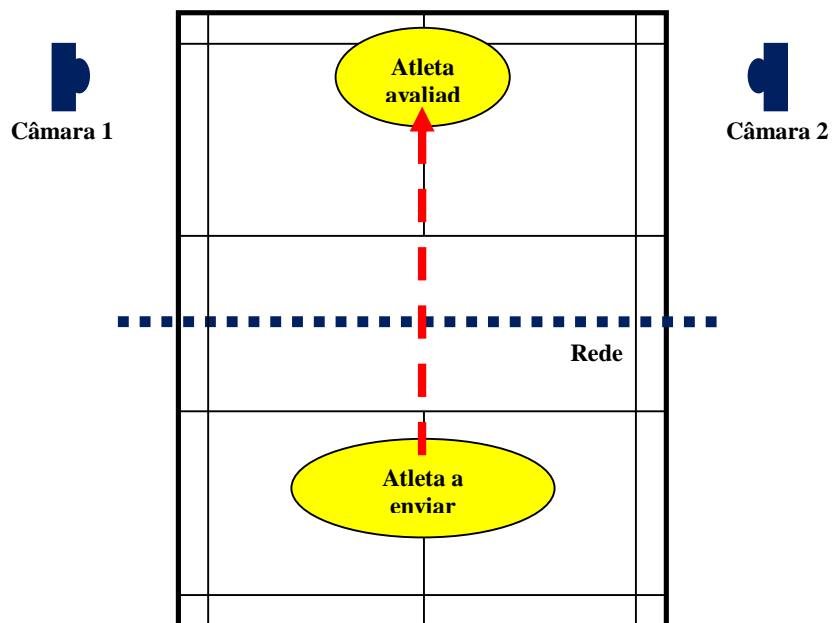
**Tabela 6:** Caracterização da amostra do estudo piloto.

Atleta	Idade (anos)	Género	Membro superior dominante	Altura (m)	Peso (kg)	Treinos semanais	Anos de badminton
1	28	Masculino	Direito	1,76	72,2	4	18
2	30	Feminino	Direito	1,69	57,4	4	27
3	34	Masculino	Direito	1,67	67,4	3	22
<b>Média</b>	<b>30,67</b>	–	–	1,71	65,67	3,67	22,33
<b>DP</b>	<b>3,06</b>	–	–	0,05	7,55	0,58	4,51

A tarefa experimental consistiu na execução por parte dos atletas de 10 repetições de cada um dos batimentos em análise, enquanto era filmado no plano sagital por duas câmaras *Casio exlim* que captavam 190 imagens por segundo. O atleta estava posicionado na região medial do fundo do campo e as câmaras fora do campo, junto à linha lateral. Os volantes foram enviados por um atleta de badminton posicionado no campo adversário (Figura 10). Antes de efetuar a atividade experimental, as referências anatómicas de cada atleta foram sinalizadas através da colocação de marcadores refletores no processo espinhoso da 7ª vértebra cervical (C7), espinha ilíaca pósterio superior, espinha ilíaca antero superior, bordo lateral do acrómio, epicôndilo lateral e medial do cotovelo e apófise estilóide do rádio e cubito por um investigador com experiência nesta tarefa. As referências no membro superior apenas foram sinalizadas no lado dominante do atleta. Foi ainda colocado um marcador no eixo da raquete (interseção entre a região linear e a zona redonda da raquete).

A análise do ângulo de flexão do ombro foi efetuada recorrendo ao programa *Kinovea* – versão 15. Em cada momento de impacto no volante foi analisado o ângulo formado pela

intersecção da linha da EIAS ao bordo lateral do acrómio (paralela ao tronco) e pela linha do bordo lateral do acrómio ao epicôndilo lateral do cotovelo (Figura 11).



**Figura 10:** Esquema da disposição espacial da recolha de dados.



**Figura 11:** Análise do ângulo de flexão do ombro recorrendo ao programa *Kinovea* – versão 15.

Os dados obtidos nesta análise foram importados para o *software PASW Statistics 18*, de forma a ser realizado o tratamento estatístico. Na descrição e caracterização da amostra foram utilizadas medidas de tendência central (média) e de dispersão (DP – desvio padrão). Os itens avaliados foram a idade, o gênero, o peso, a altura, o número médio de treinos semanais e os anos de prática da modalidade. Para analisar se a variância entre cada tipo de batimentos filmados era significativa foi ainda efetuada uma análise de variância unidirecional, recolhendo-se o valor do *p-value* para cada tipo de batimento.

## Resultados

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios obtidos pelos atletas em cada um dos batimentos de badminton e a respetiva análise de variância entre repetições.

**Tabela 7:** Posição angular de flexão do ombro em graus, no momento de impacto no volante durante os batimentos de badminton *clear*, *amortie* e remate e respetiva análise de variância entre as 30 repetições de cada batimento.

	Atleta	Batimento (repetição)										Média ± DP (atleta)	Média ± DP (batimento)	Variância ( <i>p-value</i> )	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
<i>Clear</i> (°)	A	155	156	144	161	148	141	156	153	155	158	<b>152,7 ± 6,36</b>	<b>152,3 ± 8,00</b>	<b>0,101</b>	
	B	149	145	152	168	157	147	141	143	140	144				<b>148,6 ± 8,55</b>
	C	172	145	157	157	159	159	150	148	156	158				<b>156,1 ± 7,46</b>
<i>Amortie</i> (°)	A	144	150	134	155	149	146	176	163	142	144	<b>150,3 ± 11,92</b>	<b>147,1 ± 9,06</b>	<b>0,274</b>	
	B	138	156	151	150	155	140	146	146	151	139				<b>147,2 ± 6,51</b>
	C	141	143	158	139	140	144	138	145	134	155				<b>143,7 ± 7,48</b>
<i>Remate</i> (°)	A	154	140	152	142	149	152	148	142	155	149	<b>148,3 ± 5,31</b>	<b>148,3 ± 7,53</b>	<b>0,670</b>	
	B	149	160	135	136	152	154	151	147	166	149				<b>149,9 ± 9,48</b>
	C	149	132	147	155	143	143	153	158	148	140				<b>146,8 ± 7,69</b>

**Média ± DP dos 90 batimentos: 149,2 ± 8,44**

## Discussão

O *clear* foi o batimento no qual os atletas contactaram o volante mais cedo, isto é com maior amplitude de flexão do ombro ( $152,3^\circ \pm 8,00$ ), resultado que corrobora a descrição deste tipo de batimento. Porém, quando analisamos os resultados obtidos nos restantes batimentos, observamos que neste estudo os atletas contactaram primeiro o volante no remate ( $148,3^\circ \pm 7,53$  de flexão do ombro) comparativamente ao *amortie* ( $147,1^\circ \pm 9,06$  de flexão do ombro) o que contraria os achados teóricos referidos anteriormente.

Em 1996, os finlandeses *Pekka H. Luhtanen* e *Minna T. Blomqvist* efetuaram uma investigação na qual estudaram várias variáveis cinéticas e cinemáticas em 10 atletas não séniores de badminton (média de idades de  $12,2 + 3,3$  anos) durante 5 batimentos *clear*. No que diz respeito ao ângulo de flexão do ombro no momento de impacto, apenas indicam que o atleta mais velho (com 19 anos e mais de 6 anos de experiência na modalidade) contactava em média o volante com  $130^\circ$  de flexão do ombro e o mais novo (com 8 anos e menos de um ano de experiência na modalidade) contactava em média o volante com  $119^\circ$  de flexão do ombro (Luhtanen & Blomqvist, 1996). Em ambos os casos, os valores encontram-se distantes do valor recolhido neste estudo piloto, para este batimento ( $152,3^\circ \pm 8,00$  de flexão do ombro).

Cinco anos mais tarde, uma equipa de investigação de Taiwan, efetuou um estudo (Tsai, Huang, Lin, Chang, & Cheng, 2001) onde analisou algumas variáveis cinéticas e cinemáticas nos batimentos de remate e *amortie* de um atleta com 29 anos, campeão mundial e número 2 do ranking mundial. Entre vários resultados, os autores mencionam que o atleta contactava em média o volante aos  $164^\circ$  de flexão do ombro durante o remate e  $145^\circ$  no *amortie* (Tsai et al., 2001). De forma semelhante, na presente investigação o ângulo de flexão do ombro durante o impacto no volante é maior no remate em comparação com o *amortie*. Conjuntamente, o valor angular obtido para o *amortie* neste estudo piloto ( $147,1^\circ \pm 9,06$  de flexão do ombro) aproxima-se bastante do valor descrito na análise efetuada a este atleta.

Dois anos mais tarde a mesma equipa de investigação, realizou um novo estudo (Tsai, Huang, Chang, & Lai, 2003) onde procurou observar algumas variáveis cinemáticas em 4 atletas de elite com 18 anos de idade. Os batimentos analisados foram 4 diferentes tipos de remate: remate normal em apoio, remate normal em suspensão, remate paralelo em apoio e remate paralelo em suspensão. Os resultados descritos indicam que os atletas contactaram em média o volante com  $163^\circ$  de flexão do ombro no remate normal em apoio,  $164^\circ$  no remate normal em suspensão,  $158^\circ$  no remate paralelo em apoio e  $170^\circ$  no remate paralelo em suspensão (Tsai et al., 2003). Embora próximos, todos estes ângulos de remate são ligeiramente superiores aos obtidos no presente estudo piloto ( $148,3^\circ \pm 7,53$  de flexão do ombro).

No que diz respeito à análise de variância constatou-se que as 30 repetições efetuadas para cada tipo de batimento analisado não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si ( $p\text{-value} > 0,05$ ) (Tabela 13).

De referir que este estudo transversal apresenta como principal limitação o facto de ter uma amostra composta unicamente por 3 atletas. Serão necessárias novas investigações neste âmbito com uma amostra superior de forma a clarificar todos os resultados obtidos.

## **Conclusão**

Neste estudo piloto foi possível constatar que o *clear* foi o batimento no qual os atletas contactaram o volante com maior amplitude de flexão do ombro ( $152,3^\circ \pm 8,00$ ), seguido pelo remate ( $148,3^\circ \pm 7,53$  de flexão do ombro) e por último do *amortie* ( $147,1^\circ \pm 9,06$  de flexão do ombro). É assim possível definir estas amplitudes como as mais ajustadas para a análise de tarefas biomecânicas correspondentes ao momento de impacto no volante de badminton.

# CAPÍTULO IV

---

Apresentação e discussão  
dos resultados

## 1. Análise descritiva dos resultados

Os resultados das médias e respetivos desvios padrão do EA, ER e EV da SPA e STM nos vários momentos de medição de resultados são apresentados nas Tabelas 8 e 9.

**Tabela 8:** Médias em graus e respetivos DP do EA, ER e EV da SPA, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4.

	T0	T1	T2	T3	T4
EA (°)	5,58 ± 3,52	4,41 ± 3,04	4,36 ± 3,33	3,63 ± 2,23	4,82 ± 3,40
ER (°)	-2,20 ± 5,95	0,46 ± 4,96	0,69 ± 5,16	0,32 ± 3,72	0,58 ± 5,68
EV (°)	4,08 ± 1,73	3,59 ± 1,94	3,01 ± 1,70	3,00 ± 1,82	2,70 ± 1,76

**Tabela 9:** Médias em N.m e respetivos DP do EA, ER e EV da STM, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4.

	T0	T1	T2	T3	T4
EA (N.m)	9,62 ± 7,65	6,58 ± 6,27	8,84 ± 8,07	6,30 ± 4,53	8,23 ± 5,70
ER (N.m)	-7,06 ± 9,97	-0,36 ± 8,89	0,89 ± 11,89	-0,11 ± 7,37	2,68 ± 9,34
EV (N.m)	4,61 ± 3,07	3,72 ± 2,17	4,19 ± 2,81	4,33 ± 2,91	4,25 ± 3,17

Após efetuar a análise descritiva dos resultados é possível verificar uma melhoria substancial em todos os resultados analisados entre o momento T0 para o momento T1, tanto na SPA (Tabela 8) como na STM (Tabela 9). Este período temporal (T0-T1), onde não foi efetuada nenhuma intervenção serviu de procedimento controlo para o estudo, pelo que seria espetável que não existissem grandes modificações nos resultados obtidos. Face à impossibilidade de deslocação da amostra em 2 dias diferentes para treino e posterior avaliação, o treino com o dinamómetro foi efetuado no mesmo dia da recolha. Perante isto, é possível que a melhoria obtida no período temporal T0-T1 possa estar associada à aprendizagem da utilização do equipamento. De forma a diminuir este viés de aprendizagem, optou-se por analisar apenas o último ponto de cada período temporal em estudo. Ou seja, em vez dos momentos T0-T1 (controlo), T1-T2, T1-T3 e T1-T4 (experimental), analisaram-se apenas os pontos finais de cada momento de medição: T1 (controlo), T2, T3 e T4 (experimental). O momento T0 foi considerado um momento de aprendizagem (Figura 12).



**Figura 12:** Ordem temporal final dos procedimentos utilizada na análise dos dados.

## 2. Alterações na propriocepção após a aplicação de gelo

Os resultados da comparação dos diferentes erros da SPA entre o momento T1 e T2, são apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da SPA, entre o momento T1 e T2 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*.

	T1	T2	Teste de <i>Wilcoxon</i>	
	Antes da aplicação de gelo	Após da aplicação de gelo	Z	p-value
EA (°)	4,41 ± 3,04	4,36 ± 3,33	-0,173	0,863
ER (°)	0,46 ± 4,96	0,69 ± 5,16	-0,010	0,992
EV (°)	3,59 ± 1,94	3,01 ± 1,70	-1,583	0,113

Através da análise da tabela, é possível verificar que as diferenças no EA, ER e EV da SPA, entre o momento de controlo T1 e o momento experimental T2 não se revelaram estatisticamente significativas ( $p\text{-value} > 0,05$ ).

Existem 3 estudos já realizados sobre o efeito do gelo na SPA do ombro. Dois deles apresentam resultados opostos ao desta dissertação (Duarte et al., 2008; Wassinger et al., 2007) e uma dessas investigações mostra alguns resultados similares aos obtidos (Dover & Powers, 2004). Nesse estudo, a diferença entre o EA, ER e EV antes e após a aplicação de gelo também não é estatisticamente significativa. Embora *Geoffrey Dover e Michael E. Powers* tenham efetuado a medição da SPA através de um inclinómetro, é possível verificar que os resultados de EA e EV obtidos para o movimento de RI são bastante semelhantes aos valores obtidos na presente investigação. Porém, tal semelhança já não acontece nos resultados obtidos por estes autores para a RE (Tabela 11).

**Tabela 11:** Comparação dos resultados obtidos na presente investigação, com o estudo efetuado por *Geoffrey Dover e Michael E. Powers* no ano de 2014.

Investigação	Movimento analisado	Resultados para a SPA					
		Antes da intervenção			Depois da intervenção		
		EA (°)	ER (°)	EV (°)	EA (°)	ER (°)	EV (°)
<i>Dover et al.</i>	<b>RI máxima</b> (partindo de 90° de abdução do ombro e 90° de flexão do cotovelo)	<b>4,5</b> (± 2,8)	1,7 (± 4,6)	<b>2,9</b> (± 1,8)	<b>4,1</b> (± 2,1)	0,8 (± 4,5)	<b>2,7</b> (± 1,2)
	<b>RE máxima</b> (partindo de 90° de abdução do ombro e 90° de flexão do cotovelo)	2,9 (± 1,6)	0,3 (± 2,7)	2,5 (± 1,6)	3,8 (± 2,2)	0,2 (± 3,8)	2,5 (± 2,0)
<b>Presente investigação</b>	<b>Diagonal do ombro</b> (movimento combinado de extensão, adução e RI)	<b>4,41</b> (± 3,04)	0,46 (± 4,96)	<b>3,59</b> (± 1,94)	<b>4,36</b> (± 3,33)	0,69 (± 5,16)	<b>3,01</b> (± 1,70)

O facto dos valores obtidos por *Geoffrey Dover e Michael E. Powers* para a RI se aproximarem mais com os da presente investigação, poderá estar relacionado com o movimento avaliado. Como anteriormente já foi descrito, tentou-se que o movimento avaliado neste estudo se aproximasse o mais possível do movimento real ou seja, um batimento acima da cabeça no badminton. Para tal, utilizou-se a diagonal do ombro, que combina os movimentos de extensão, adução e RI do ombro. Como a RI é um dos principais movimentos que participa nesta diagonal, poderá ser essa a explicação da semelhança observada.

De forma contrária, os 2 estudos mais recentes neste âmbito, indicam que as alterações ocorridas após a aplicação do gelo foram estatisticamente significativas. No caso do artigo de *Wassinger e colaboradores*, o facto da medição da SPA do ombro ser feita através de um método diferente, utilizando deslocamentos lineares, impossibilita a comparação (*Wassinger et al., 2007*). Porém, tal já não se verifica no estudo mais recente onde se utiliza uma metodologia muito semelhante à da presente investigação. *Duarte e colaboradores (2008)* dividem a amostra em elementos do género masculino e feminino e apenas estudam o EA da SPA do ombro. O movimento testado foi o de RE (75°) partindo de uma posição inicial de 90° de abdução de ombro e 90° de flexão de cotovelo. Em ambos os grupos, os autores observam um aumento estatisticamente significativo de EA após a aplicação de gelo. Esse aumento foi de 1,6° para o género masculino e de 1,2° para o género feminino (*Duarte et al., 2008*).

Destas análises ressaltam 2 pontos de discussão. O primeiro reporta-se ao movimento analisado nas investigações, dado que o tipo de movimento avaliado poderá ter alguma influência na SPA do ombro após a aplicação de gelo. Constata-se que quando o movimento testado tem RI, os indivíduos acabam por apresentar menos alterações após a aplicação de gelo, algo que já não acontece quando no movimento avaliado existe RE do ombro. O segundo ponto que poderá estar

na origem dos resultados encontrados e da sua diferença com as investigações já realizadas é o tipo de população. É expectável que um atleta de badminton apresente valores mais precisos e constantes de SPA do ombro, visto ser este um dos elementos fundamentais durante a execução de um batimento. O facto desta componente da propriocepção estar mais desenvolvida nesta população, poderá diminuir o efeito de um agente externo como o gelo nos mecanorreceptores responsáveis por transmitir a posição da articulação ao SNC. Caso isto se verifique, será de esperar que na população em estudo, os resultados de SPA sejam semelhantes entre o momento T1 e T2.

Os resultados da comparação dos diferentes erros da STM entre o momento T1 e T2, são apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da STM, entre o momento T1 e T2 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*.

	T1	T2	Teste de <i>Wilcoxon</i>	
	Antes da aplicação de gelo	Após da aplicação de gelo	Z	<i>p-value</i>
EA (N.m)	6,58 ± 6,27	8,84 ± 8,07	-0,812	0,417
ER (N.m)	-0,36 ± 8,89	0,89 ± 11,89	-0,370	0,711
EV (N.m)	3,72 ± 2,17	4,19 ± 2,81	-0,319	0,750

Na análise da Tabela 12, verifica-se que as diferenças no EA, ER e EV da STM, entre o momento de controlo T1 e o momento experimental T2 não se revelaram estatisticamente significativas (*p-value* > 0,05).

Quando os valores de STM são comparados aos de SPA é possível constatar que após a aplicação de gelo os valores de EA e EV têm comportamentos distintos em cada componente da propriocepção. Enquanto a média do EA e EV na SPA diminuiu ligeiramente do momento T1 para o T2, na STM observa-se um aumento destes erros após a aplicação do método de crioterapia (Tabela 13).

**Tabela 13:** Comparação do EA, ER e EV da SPA e da STM entre os momentos T1 e T2.

Componente avaliada	Antes da intervenção (T1)			Depois da intervenção (T2)		
	EA	ER	EV	EA	ER	EV
SPA (°)	<b>4,41</b> (± 3,04)	0,46 (± 4,96)	<b>3,59</b> (± 1,94)	<b>4,36</b> (± 3,33)	0,69 (± 5,16)	<b>3,01</b> (± 1,70)
STM (N.m)	<b>6,58</b> (± 6,27)	-0,36 (± 8,89)	<b>3,72</b> (± 2,17)	<b>8,84</b> (± 8,07)	0,89 (± 11,89)	<b>4,19</b> (± 2,81)

Face aos resultados podemos considerar que após uma aplicação de gelo no ombro, o atleta de badminton irá contactar o volante na posição pretendida, apesar de não o fazer com a força desejada. Embora se tratem de resultados sem significado estatístico, pode acontecer que uma diferença de 2 N.m na força pretendida pelo atleta possa fazer diferença num batimento de badminton e seja suficiente para afetar o rendimento do atleta. No presente estudo não foi tido em conta o sucesso do batimento, mas dado que o badminton é um dos desportos mais rápidos, este aspeto deverá ser tido em consideração em estudos futuros.

O único estudo neste contexto onde participam atletas, reporta-se a 2008 e é da autoria de *Surenkok* e colaboradores (2008). Esta investigação analisa a SPA do joelho de 15 basquetebolistas masculinos recorrendo ao dinamómetro isocinético *Cybex*. As medições foram efetuadas antes e depois da aplicação de uma almofada de gel frio e de *spray* frio. Estudou-se a SPA nos 45° de flexão do joelho, partindo de duas posições iniciais distintas: 0° de flexão (onde o movimento analisado foi o de flexão) e 90° de flexão (onde o movimento analisado foi o de extensão). O valor absoluto da diferença para a posição alvo após os atletas efetuarem as técnicas de crioterapia variou entre 0,13° e 2,01°. Todas as diferenças encontradas foram consideradas estatisticamente significativas pelos autores (*Surenkok et al.*, 2008). Como é possível verificar essas diferenças são muito pequenas, na ordem daquelas que foram obtidas na nossa análise da STM. Assim, embora não existam diferenças estatisticamente significativas, a possibilidade de ainda assim afetarem o desempenho dos atletas é uma questão a ser colocada.

### 3. Efeito do gelo na proprioção ao longo do tempo

Outra das problemáticas que se pretende analisar nesta investigação é o comportamento da proprioção ao longo do tempo, após uma aplicação de gelo. Os resultados do efeito da aplicação de gelo ao longo do tempo na SPA são apresentados na Tabela 14.

**Tabela 14:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da SPA, entre o momento T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*.

		Momento controlo	Momento experimental	Teste de <i>Wilcoxon</i>	
				Z	p-value
<b>T1-T3</b> 15 minutos após a aplicação de gelo	EA (°)	4,41 ± 3,04	3,63 ± 2,23	-1,310	0,190
	ER (°)	0,46 ± 4,96	0,32 ± 3,72	-0,134	0,894
	EV (°)	3,59 ± 1,94	3,00 ± 1,82	-1,321	0,187
<b>T1-T4</b> 30 minutos após a aplicação de gelo	EA (°)	4,41 ± 3,04	4,82 ± 3,40	-0,878	0,380
	ER (°)	0,46 ± 4,96	0,58 ± 5,68	-0,260	0,795
	EV (°)	3,59 ± 1,94	2,70 ± 1,76	-2,283	0,022

No que diz respeito à SPA, observa-se uma diminuição entre os 0 e os 15 min e um aumento dos 15 aos 30 min, tanto no EA como no ER. Por sua vez, o EV tende a diminuir de forma progressiva ao longo dos 30 min (Tabela 8). Consta-se ainda que as diferenças entre os momentos de medição não se revelaram estatisticamente significativas, exceto o EV da SPA entre o momento T1 e T4 que apresentou um *p-value* de 0,022 (Tabela 14).

A Tabela 15 mostra os resultados do efeito da aplicação de gelo ao longo do tempo na STM.

**Tabela 15:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da STM, entre o momento T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*.

		Momento controlo	Momento experimental	Teste de <i>Wilcoxon</i>	
				Z	p-value
<b>T1-T3</b> 15 minutos após a aplicação de gelo	EA (N.m)	6,58 ± 6,27	6,30 ± 4,53	-0,216	0,829
	ER (N.m)	-0,36 ± 8,89	-0,11 ± 7,37	-0,103	0,918
	EV (N.m)	3,72 ± 2,17	4,33 ± 2,91	-0,792	0,428
<b>T1-T4</b> 30 minutos após a aplicação de gelo	EA (N.m)	6,58 ± 6,27	8,23 ± 5,70	-1,399	0,162
	ER (N.m)	-0,36 ± 8,89	2,68 ± 9,34	-1,471	0,141
	EV (N.m)	3,72 ± 2,17	4,25 ± 3,17	-0,442	0,658

Relativamente à avaliação da STM, verifica-se que nos primeiros 15 min o EA e ER diminuem, no entanto dos 15 aos 30 min tendem a aumentar. Já o EV, apresenta uma variação

muito pequena (cerca de 0,14 N.m) ao longo dos 30 min: nos primeiros 15 diminuiu e depois aumenta até aos 30 min (Tabela 9). Nenhuma das diferenças entre os vários momentos temporais de revelou estatisticamente significativa (Tabela 15).

Nenhum dos 3 estudos identificados sobre o efeito do gelo na proprioção do ombro faz uma análise ao longo do tempo, após a aplicação da técnica de crioterapia. Apenas é possível encontrar esta análise temporal em investigações que estudam a SPA na articulação do joelho e do tornozelo. No que diz respeito à articulação do joelho, foram encontrados 5 artigos que efetuam essa análise. Em 4 dessas investigações, o momento de avaliação ao longo do tempo é efetuado apenas uma vez, após 15/20 min (Costello & Donnelly, 2010; Eftekhari et al., 2015; Uchio et al., 2003a; Watanabe et al., 2013). O outro estudo efetua medições após 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min da aplicação de crioterapia (Ribeiro et al., 2013). Em 3 dessas 5 investigações (Ribeiro et al., 2013; Uchio et al., 2003; Watanabe et al., 2013) os autores concluem que a aplicação de gelo interfere significativamente na proprioção dos indivíduos. Relativamente à articulação do tornozelo, foram encontrados 2 estudos que fazem uma análise temporal do efeito do gelo (Balakrishnan & Charles, 2016; Khanmohammadi et al., 2011). Em ambos os casos foram efetuadas medições da SPA após 15 min da aplicação de gelo. Apenas numa das situações as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas (Balakrishnan & Charles, 2016).

É pois, possível verificar que não existe um consenso sobre o efeito do gelo ao longo do tempo na proprioção. No presente estudo o decréscimo do EV da SPA entre o momento T1 e T4 foi estatisticamente significativo, no entanto face à particularidade desse resultado tal pode ter sido causado pelo viés de aprendizagem inerente à experiência. Embora a maioria das diferenças obtidas não tenha sido considerada estatisticamente significativa, realçar que em ambas as componentes da proprioção, existe um aumento nos EA e ER entre o momento T3 (15 min) e o momento T4 (30 min) (Tabela 8 e 9). A principal razão explicativa desse decréscimo de proprioção, prende-se com o possível cansaço dos atletas no último momento de medição. Este cansaço poderá ser físico, decorrente da força muscular exercida em amplitudes do ombro elevadas, como também psicológico devido à duração total da atividade experimental (cerca de 75 min).

#### **4. Comparação de resultados entre géneros**

Foram efetuadas duas análises no que diz respeito às diferenças de resultados entre géneros. A primeira abordagem foi feita dividindo a amostra em 2 grupos independentes, um com atletas femininos (n=15) e o outro com atletas masculinos (n=15). Para cada subgrupo, efetuou-se uma análise semelhante à efetuada com a amostra total, ou seja, analisaram-se as diferenças de resultados entre os momentos T1-T2, T1-T3 e T1-T4 e respetiva significância estatística. Numa

segunda abordagem, observou-se se a variância de resultados existente entre géneros era estatisticamente significativa nos momentos T1, T2, T3 e T4.

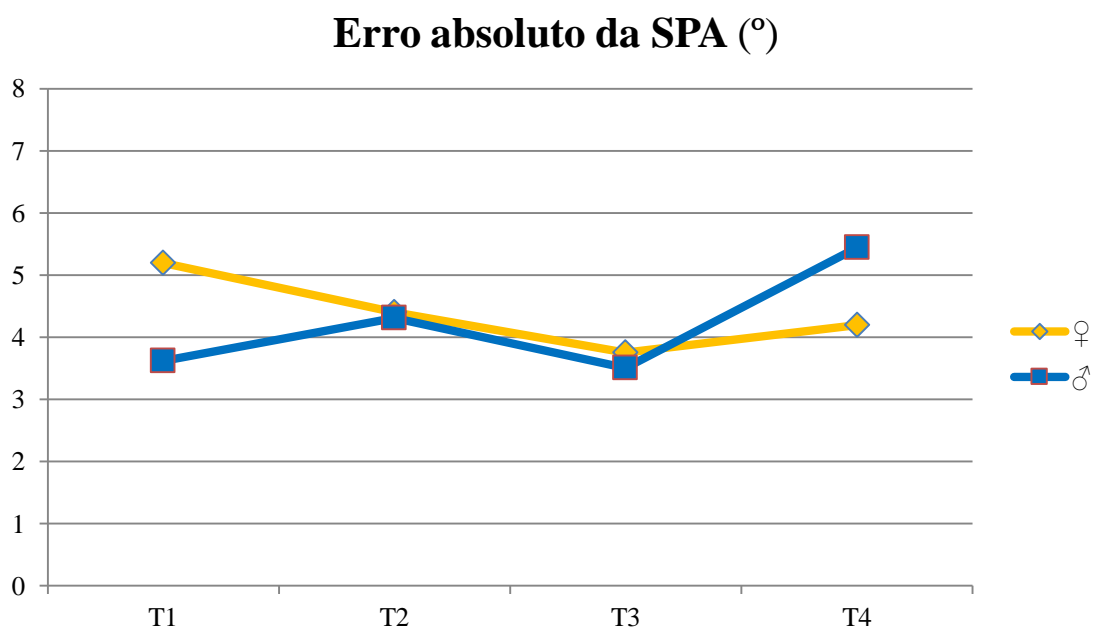
#### 4.1. Análise dos resultados dividindo a amostra em dois subgrupos

Os resultados da SPA obtidos em cada um dos géneros nos diferentes momentos de avaliação estão expressos na Tabela 16.

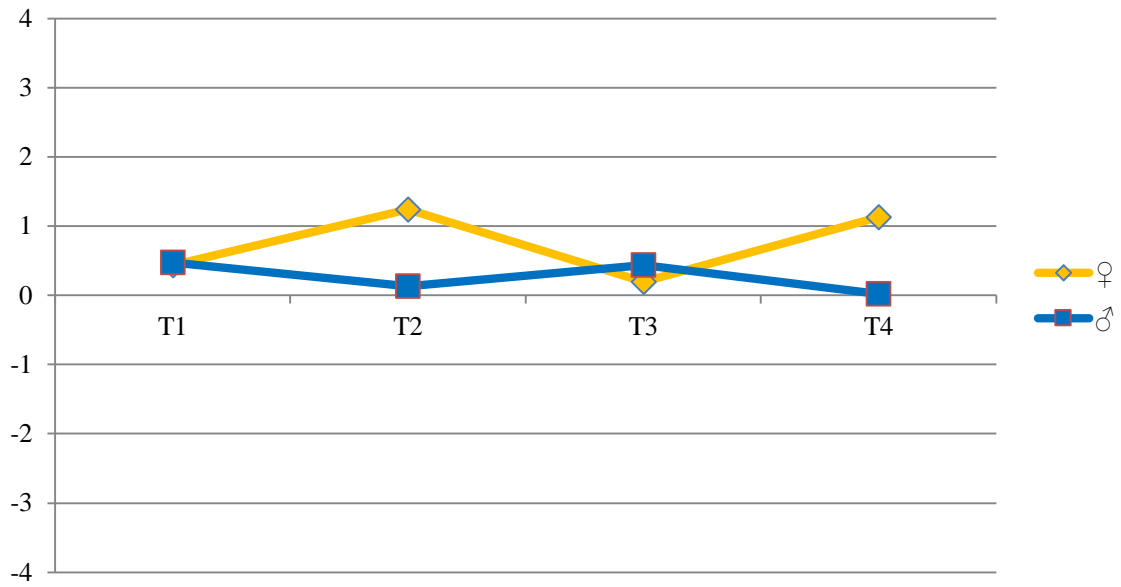
**Tabela 16:** Médias em graus e respetivos DP do EA, ER e EV da SPA, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4, tendo em conta o género do atleta.

		T1	T2	T3	T4
♀	EA (°)	5,20 ± 3,76	4,40 ± 3,98	3,76 ± 2,44	4,20 ± 2,06
	ER (°)	0,44 ± 6,22	1,24 ± 5,68	0,20 ± 3,90	1,13 ± 4,11
	EV (°)	4,05 ± 1,89	2,65 ± 1,04	3,02 ± 2,05	3,20 ± 2,09
♂	EA (°)	3,62 ± 1,90	4,31 ± 2,66	3,51 ± 2,07	5,44 ± 4,34
	ER (°)	0,47 ± 3,50	0,13 ± 4,71	0,44 ± 3,66	0,02 ± 7,03
	EV (°)	3,14 ± 1,93	3,37 ± 2,16	2,97 ± 1,63	2,21 ± 1,24

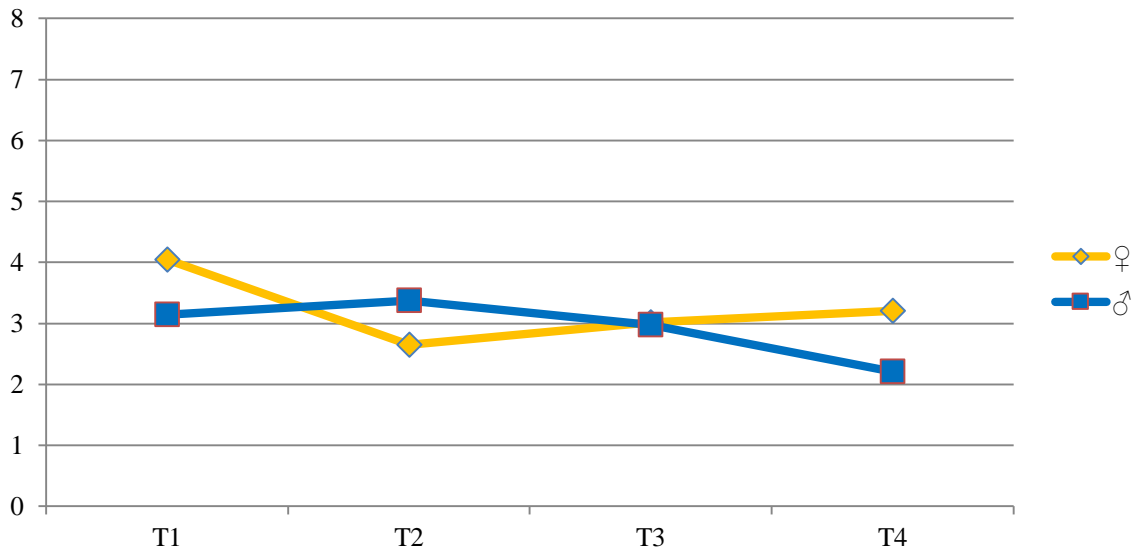
De forma iconográfica mostram-se estes resultados nas figuras abaixo.



### Erro relativo da SPA (°)



### Erro variável da SPA (°)



**Figura 13:** Médias do EA, ER e EV da SPA, nos vários momentos de medição, de acordo com o género do atleta.

Os resultados das comparações entre momentos de medição da SPA obtidos em cada um dos géneros estão expressos na Tabela 17.

**Tabela 17:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da SPA, entre o momento T1-T2, T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*, tendo em conta o género do atleta.

	Teste de <i>Wilcoxon</i>	T1-T2 0 minutos após a aplicação de gelo			T1-T3 15 minutos após a aplicação de gelo			T1-T4 30 minutos após a aplicação de gelo		
		EA	ER	EV	EA	ER	EV	EA	ER	EV
♀	Z	-0,660	-0,199	-2,104	-1,393	-0,057	-1,664	-0,189	-0,568	-1,420
	<i>p-value</i>	0,509	0,842	0,035	0,163	0,955	0,096	0,850	0,570	0,156
♂	Z	-0,853	-0,455	-0,063	-0,472	-0,028	-0,220	-1,469	-0,220	-1,704
	<i>p-value</i>	0,394	0,649	0,950	0,637	0,977	0,826	0,142	0,826	0,088

Ao analisar cada subgrupo de atletas do mesmo género, verificou-se que maioritariamente as diferenças nos resultados de SPA, entre o momento T1 e os momentos T2, T3 e T4, não se revelaram estatisticamente significativas. Apenas a diminuição do EV, entre o momento T1 e T2, no género feminino foi considerada estatisticamente significativa, apresentando um *p-value* de 0,035 (Tabela 17). No entanto, um dado interessante nos resultados obtidos é o facto de após a aplicação de gelo, todas as variações dos erros da SPA aconteceram sempre no mesmo sentido quando comparamos os 2 subgrupos, exceto o EA entre os momentos T1 e T2. No caso das atletas femininas, após a aplicação de 15 min de gelo, a média deste erro diminui de 5,20° para 4,40°, ou seja as atletas melhoram o seu desempenho na SPA. Contudo, nos atletas masculinos ocorre precisamente o contrário. Após o procedimento experimental, o EA da SPA aumenta de 3,62° para 4,31°, piorando assim a avaliação da SPA (Tabela 16 e Figura 13).

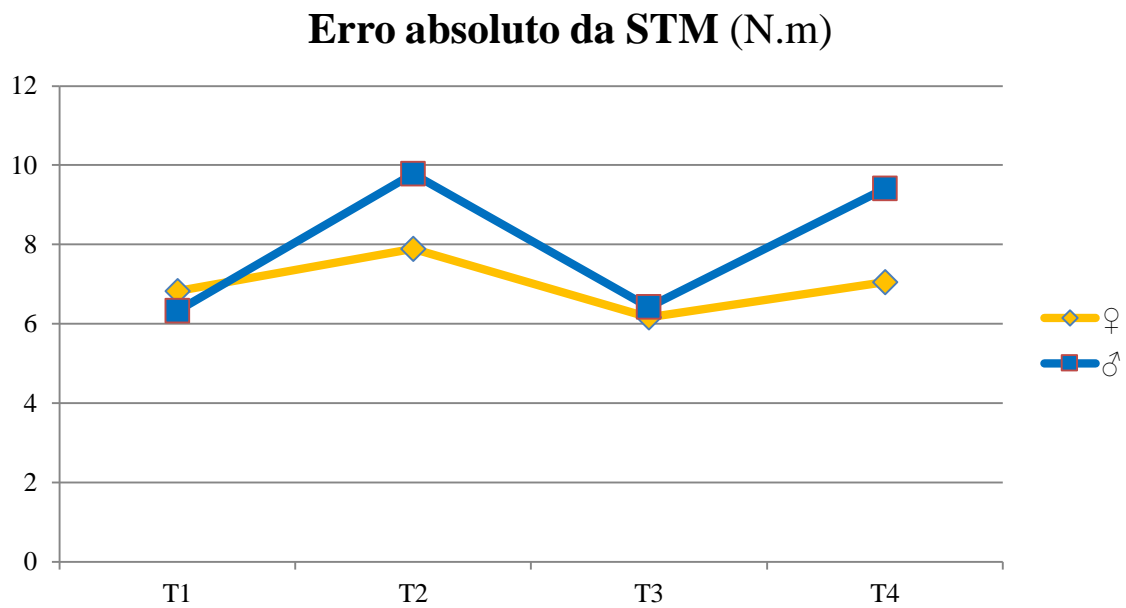
Apenas uma das investigações revista faz uma análise das diferenças entre géneros na SPA do ombro após a aplicação de gelo (Duarte et al., 2008). Neste estudo, após a realização de crioterapia, ocorre um aumento do EA da SPA, tanto no género masculino como no feminino. De forma semelhante à presente investigação, as diferenças entre géneros não são estatisticamente significativas (*p-value* > 0,05) mas, existe uma tendência para as diferenças após a aplicação de gelo serem maiores no género masculino (diminuição de 1,6°) comparativamente ao género feminino (diminuição de 1,2°).

Os resultados das comparações entre momentos de medição da STM obtidos em cada um dos géneros estão expressos na Tabela 18.

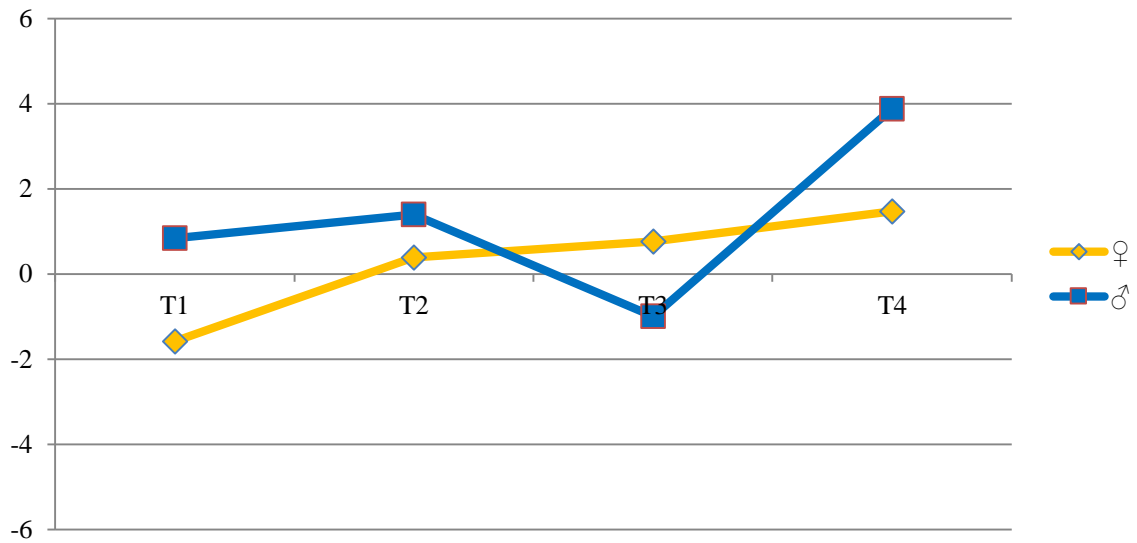
**Tabela 18:** Médias em N.m e respetivos DP do EA, ER e EV da STM, nos momentos de medição T0, T1, T2, T3 e T4, tendo em conta o género do atleta.

		T1	T2	T3	T4
♀	EA (N.m)	6,82 ± 7,90	7,89 ± 6,46	6,16 ± 5,38	7,05 ± 4,78
	ER (N.m)	-1,57 ± 10,29	0,39 ± 10,24	0,76 ± 8,13	1,48 ± 8,03
	EV (N.m)	3,61 ± 1,62	3,71 ± 2,76	3,52 ± 1,85	3,89 ± 3,13
♂	EA (N.m)	6,33 ± 4,35	9,78 ± 9,55	6,43 ± 3,69	9,41 ± 6,44
	ER (N.m)	0,85 ± 7,39	1,40 ± 13,69	-0,99 ± 6,69	3,88 ± 10,64
	EV (N.m)	3,82 ± 2,66	4,67 ± 2,87	5,13 ± 3,56	4,60 ± 3,27

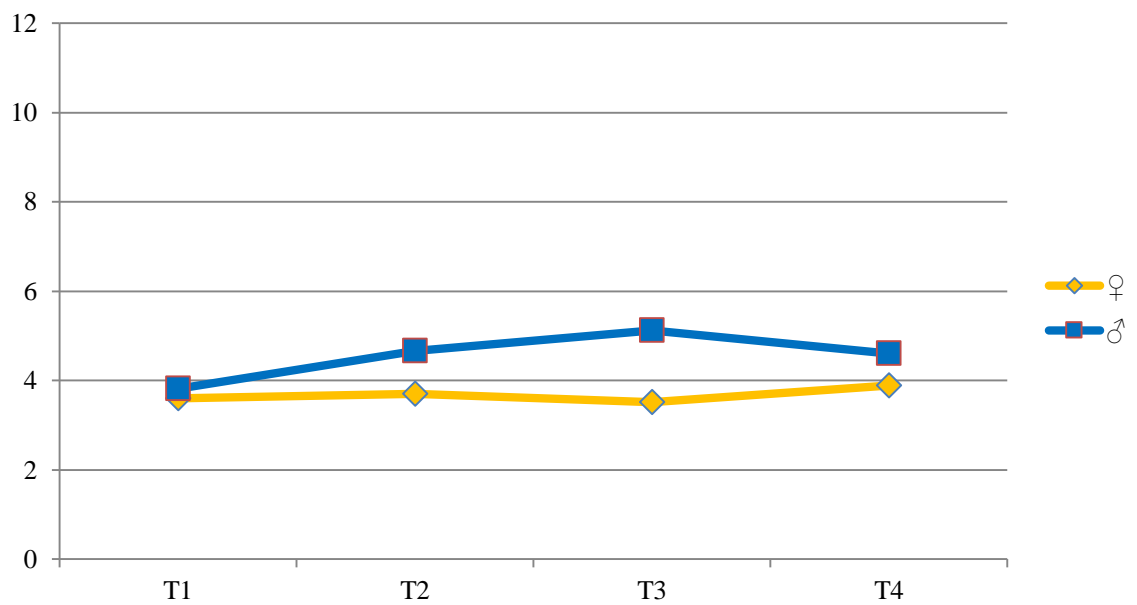
As figuras abaixo ilustram estes resultados.



### Erro relativo da STM (N.m)



### Erro variável da STM (N.m)



**Figura 14:** Médias do EA, ER e EV da STM, nos vários momentos de medição, de acordo com o género do atleta.

Os resultados das comparações entre momentos de medição da STM obtidos em cada um dos géneros estão expressos na Tabela 19.

**Tabela 19:** Significância estatística da diferença de EA, ER e EV da STM, entre o momento T1-T2, T1-T3 e T1-T4 recorrendo ao Teste de *Wilcoxon*, tendo em conta o género do atleta.

	Teste de <i>Wilcoxon</i>	T1-T2 0 minutos após a aplicação de gelo			T1-T3 15 minutos após a aplicação de gelo			T1-T4 30 minutos após a aplicação de gelo		
		EA	ER	EV	EA	ER	EV	EA	ER	EV
♀	<b>Z</b>	-0,795	-0,795	-0,341	-0,795	-0,852	-0,682	-0,568	-0,852	-0,227
	<b>p-value</b>	0,427	0,427	0,733	0,426	0,394	0,496	0,570	0,394	0,820
♂	<b>Z</b>	-0,795	-0,057	-1,022	-0,454	-0,881	-1,136	-1,477	-0,909	-0,625
	<b>p-value</b>	0,427	0,955	0,307	0,650	0,379	0,256	0,140	0,363	0,532

A comparação entre os diversos momentos de avaliação relativamente à STM, não revelou qualquer diferença estatisticamente significativa (Tabela 19). Em ambos os géneros, o sentido das variações dos erros, ao longo dos diferentes momentos de avaliação é quase sempre semelhante. O dado mais substancial da comparação entre os dois subgrupos são as variações mais acentuadas nos erros da STM, que ocorrerem sobretudo nos atletas do género masculino. Por exemplo, analisando em pormenor o EA da STM, após a aplicação de gelo este resultado aumenta 3,45 N.m no subgrupo de atletas masculinos e apenas 1,07 N.m nas atletas femininas. Se olharmos para os restantes momentos de avaliação, constatamos que no subgrupo de homens o EA varia sempre na ordem dos 3 N.m de medição para medição, enquanto no subgrupo das mulheres este tem oscilações de apenas 1 N.m (Tabela 18 e Figura 14).

#### 4.2. Variância entre o género masculino e feminino

Os resultados das comparações entre ambos os géneros da SPA e STM nos diferentes momentos de avaliação estão expressos na Tabela 20.

**Tabela 20:** Significância estatística da variância entre o sexo masculino e feminino, no que diz respeito ao EA, ER e EV da SPA e STM, nos momentos T1, T2, T3 e T4.

		T1			T2			T3			T4		
		U*	Z	p-value	U*	Z	p-value	U*	Z	p-value	U*	Z	p-value
SPA	EA	81,0	-1,31	0,202	102,5	-0,42	0,683	102,5	-0,42	0,683	106,0	-0,27	0,806
	ER	98,0	-0,60	0,567	105,5	-0,29	0,775	108,5	-0,17	0,870	102,5	-0,42	0,683
	EV	74,5	-1,58	0,116	102,0	-0,44	0,683	109,0	-0,15	0,902	85,5	-1,12	0,267
STM	EA	93,0	-0,81	0,436	110,0	-0,10	0,935	96,0	-0,68	0,512	89,0	-0,98	0,345
	ER	98,0	-0,60	0,567	92,0	-0,85	0,412	100,0	-0,52	0,624	93,0	-0,81	0,436
	EV	112,0	-0,02	1,000	80,0	-1,35	0,187	89,0	-0,98	0,345	97,0	-0,64	0,539

\*U de Mann-Whitney

Na segunda análise efetuada, em nenhum momento de medição da SPA e da STM, a variância existente entre géneros foi considerada estatisticamente significativa. Assim, ser homem ou mulher, no grupo amostral de 30 atletas, não influencia significativamente as diferenças nos resultados observados (Tabela 20).

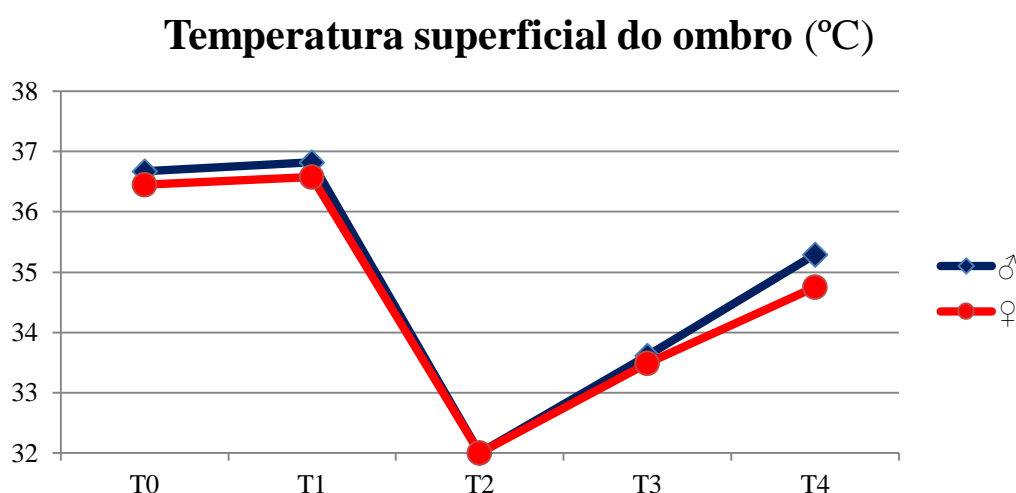
Os resultados obtidos neste estudo não mostram diferenças estatisticamente significativas. No entanto, existe uma clara tendência para o gelo afetar mais a SPA e a STM nos atletas masculinos comparativamente às femininas. Será que uma diferença de 2° ou 2 N.m num batimento de badminton poderá levar a um desempenho final distinto entre atletas de géneros diferentes? Este é um aspeto cujo estudo importa desenvolver para averiguar da necessidade de ter maior controlo após a aplicação de gelo nos atletas do género masculino.

## 5. Variação da temperatura superficial do ombro

As variações da temperatura superficial do ombro ao longo do tempo encontram-se descritas na Tabela 21 e de forma mais ilustrativa na Figura 15.

**Tabela 21:** Variação da temperatura superficial do ombro ao longo do tempo.

	Temperatura superficial do ombro (°C)				
	T0	T1	T2	T3	T4
Amostra total	36,56 ± 0,45	36,70 ± 0,42	<32 (LO)	33,56 ± 0,93	35,02 ± 0,86
♀	36,45 ± 0,34	36,58 ± 0,37	<32 (LO)	33,49 ± 0,73	34,75 ± 0,79
♂	36,67 ± 0,53	36,82 ± 0,44	<32 (LO)	33,62 ± 1,11	35,29 ± 0,86



**Figura 15:** Diferenças na variação da temperatura superficial do ombro ao longo do tempo entre género feminino e masculino.

A análise da significância estatística dos resultados expostos anteriormente encontra-se descrita na Tabela 22.

**Tabela 22:** Significância estatística da variância entre género masculino e feminino, no que diz respeito à temperatura superficial do ombro, nos momentos T0, T1, T2, T3 e T4.

	T0		T1		T2		T3		T4	
	<i>t</i>	<i>p-value</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
Temperatura superficial do ombro	1,305	0,202	1,624	0,116	-	-	0,369	0,715	1,790	0,084

O facto dos atletas do género feminino e masculino apresentarem uma constituição corporal diferente, visível anteriormente na caracterização da amostra, irá ter implicações na condução de energia térmica entre o meio externo e interno no momento da aplicação de gelo. Em média, os homens apresentam uma temperatura superficial do ombro superior à das mulheres, na maioria

dos momentos de medição efetuados (Tabela 21 e Figura 15). Porém, essa variância não se revelou estatisticamente significativa, ou seja, não tem influência nas diferenças de resultados entre os 2 géneros (Tabela 22). Conjuntamente, verifica-se ainda que as diferenças de temperatura entre homem e mulher tendem a desaparecer após a aplicação de gelo e voltam-se a observar com maior clarividência após os 15 min da aplicação de gelo (Tabela 21 e Figura 15).

## **6. Limitações do estudo**

A limitação do tempo que os atletas poderiam despende para a recolha de dados, impossibilitou a existência de um primeiro momento de treino da medição com o dinamómetro, que muitas das vezes é efetuado num dia diferente do dia em que é feita a experiência principal. Essa aprendizagem foi transmitida ao atleta através de informação escrita e verbal antes da realização do procedimento experimental e com a existência do momento T0.

Existe algum viés de repetição associado ao número de avaliações que foram efetuadas por cada atleta. É normal que à medida que a recolha de dados foi sendo feita, o participante estivesse mais preparado e treinado para realizar os testes pedidos, comparativamente às primeiras medições.

Embora se tenham tido todos os cuidados para tentar simular da melhor forma um batimento de badminton acima da cabeça, importa destacar que existem algumas diferenças entre o movimento real e a diagonal avaliada. A reprodução fiel do movimento que se pretende estudar apenas seria possível em campo e não no contexto laboratorial desta investigação.

Por último importa referir que o presente estudo analisa atletas saudáveis sem qualquer problema no ombro. No entanto num contexto prático o atleta recorre à crioterapia quando existe uma alteração no ombro que provoque dor. Ou seja, num contexto real a proprioceção dos atletas com dor no ombro será diferente daquela que foi medida nesta amostra de 30 atletas.

# CAPÍTULO V

---

## Conclusões

Após a análise dos resultados obtidos serão apresentadas as principais conclusões desta investigação, de acordo com os objetivos específicos propostos no início da dissertação.

**OBJETIVO 1: Verificar alterações na proprioção do ombro imediatamente após a aplicação de gelo em atletas de badminton.**

- Não existem alterações estatisticamente significativas de SPA e STM após a aplicação de gelo em atletas de badminton.
- O facto do movimento avaliado ter RI e da amostra ser composta por atletas de badminton poderá ter influência na existência de poucas alterações na proprioção após a crioterapia.
- Embora os dados não sejam estatisticamente significativos, a aplicação de gelo piora a STM mas não a SPA. Ou seja, o atleta de badminton irá contactar o volante na posição pretendida, no entanto este poderá não ter a força desejada. Será importante averiguar em investigações futuras se essa diferença tem implicações no sucesso do batimento.

**OBJETIVO 2: Verificar quanto tempo é necessário para restaurar a proprioção do ombro após a aplicação de gelo em atletas de badminton.**

- Como não existe um declínio estatisticamente significativo de SPA e STM ao longo dos 30 min, será possível afirmar que um atleta de badminton poderá voltar à prática da modalidade logo após a aplicação de gelo, sem prejuízo na sua proprioção de ombro. Este é um resultado de ressalvar dada a implicação que tem na intervenção fisioterapêutica aos atletas de badminton. Face aos resultados desta investigação podemos afirmar que a aplicação de gelo não altera a SPA e STM, sendo face a esse aspeto, seguro retornar à atividade desportiva depois da aplicação de gelo.

**OBJETIVO 3: Comparar as diferenças dos resultados entre género masculino e feminino.**

- As diferenças entre géneros não se revelaram estatisticamente significativas. No entanto, existe uma clara tendência para o gelo afetar mais a SPA e a STM nos atletas de badminton do género masculino comparativamente aos do género feminino. Ou seja, uma atleta de badminton irá contactar o volante numa posição e com uma força mais próxima da pretendida, comparativamente ao atleta masculino. Coloca-se novamente a questão se essas diferenças têm alguma implicação para o sucesso do batimento.

**Assim, face aos resultados obtidos podemos concluir que após uma aplicação de 15 min, de 1 kg de gelo sólido partido, tanto os atletas de badminton do género masculino como os do género feminino poderão voltar imediatamente à prática da modalidade, pois não parece existir um risco aumentado de lesão associado a um défice de proprioção. Importa contudo clarificar outros aspetos em investigações futuras como seja o sucesso dos batimentos após uma aplicação de crioterapia.**

# CAPÍTULO VI

---

## Referências bibliográficas

- Ageberg, E., Flenhagen, J., & Ljung, J. (2007). Test-retest reliability of knee kinesthesia in healthy adults. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8, 57.
- Alexander, J., Selfe, J., Oliver, B., Mee, D., Carter, A., Scott, M., Richards, J., & May, K. (2016). An exploratory study into the effects of a 20 minute crushed ice application on knee joint position sense during a small knee bend. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 18, 21–6.
- Allegrucci, M., Whitney, S. L., Lephart, S. M., Irrgang, J. J., & Fu, F. H. (1995). Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 21(4), 220–6.
- Badminton World Federation. (2016). Retrieved from <http://www.bwfbadminton.org/>
- Balakrishnan, R., & Charles, W. (2016). The effect of cold water immersion cryotherapy on normal ankle joint position sense in young adults among AMU students. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(1), 293–298.
- Carazo, A., Cabello, D., Rivas, F., & Ferro, A. (2004). An analysis of the relationship between the exit angle of the shuttlecock and the impact height of the clear, drop and smash strokes in badminton. In J. F. Kahn & I. W. Maynard (Ed.), *Science and Racket Sports III* (In A. Lees., pp. 104–109). London: Routledge.
- Clark, N. C., Röijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*, 20(3), 378–87.
- Costello, J. T., Algar, L. a, & Donnelly, a E. (2012). Effects of whole-body cryotherapy (-110 °C) on proprioception and indices of muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(2), 190–8.
- Costello, J. T., & Donnelly, A. E. (2010). Cryotherapy and joint position sense in healthy participants: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 45(3), 306–16.
- Costello, J. T., & Donnelly, A. E. (2011). Effects of cold water immersion on knee joint position sense in healthy volunteers. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 449–56.
- Dover, G., & Powers, M. E. (2004). Cryotherapy does not impair shoulder joint position sense. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(8), 1241–6.
- Duarte, A., Neto, F., Proença, A., & Torres, R. (2008). Efeito da crioterapia na noção de posição articular activa do ombro: um estudo comparativo entre o género masculino e feminino. *Revista Portuguesa de Fisioterapia No Desporto*, 2(2), 38–45.
- Eftekhari, F., Sadeghi, H., Rajabi, H., Memar, R., & Leili, A. K. (2015). The effect of local cooling on knee joint position sense in healthy trained young females. *International Journal of Sport Studies*, 5(6), 700–707.
- Fahlström, M., Björnstig, U., & Lorentzon, R. (1998). Acute badminton injuries. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8(3), 145–8.

- Federação Portuguesa de Badminton. (2016). Técnica de batimentos - Badminton. Retrieved from <http://www.fpbadminton.pt/esptec.htm>
- Furmanek, M. P., Słomka, K., & Juras, G. (2014). The effects of cryotherapy on proprioception system. *BioMed Research International*, 2014, Article ID 696397, 14 pages.
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2015). Assessing proprioception: a critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 1-11.
- Haupenthal, D. P. dos S., de Noronha, M., Haupenthal, A., Ruschel, C., & Nunes, G. S. (2015). Skin cooling and force replication at the ankle in healthy individuals: a crossover randomized controlled trial. *Journal of Athletic Training*, 50(6), 621–8.
- Hopper, D., Whittington, D., Davies, J., & Chartier, J. D. (1997). Does ice immersion influence ankle joint position sense? *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 2(4), 223–36.
- Høy, K., Lindblad, B. E., Terkelsen, C. J., & Helleland, H. E. (1994). Badminton injuries - a prospective epidemiological and socioeconomic study. *British Journal of Sports Medicine*, 28(4), 276–9.
- Jørgensen, U., & Winge, S. (1990). Injuries in badminton. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 10(1), 59–64.
- Khanmohammadi, R., Someh, M., & Ghafarnejad, F. (2011). The effect of cryotherapy on the normal ankle joint position sense. *Asian Journal of Sports Medicine*, 2(2).
- Krøner, K., Schmidt, S. A., Nielsen, A. B., Yde, J., Jakobsen, B. W., Møller-Madsen, B., & Jensen, J. (1990). Badminton injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 24(3), 169–72.
- LaRiviere, J., & Osternig, L. R. (1994). The effect of ice immersion on joint position sense. *Journal of Sport Rehabilitation*, 3(1), 58 – 67.
- Lins, C. A. D. A., Macedo, L. B., Silveira, R. A. G., Borges, D. T., & Brasileiro, J. S. (2015). Influence of cryotherapy on balance and joint position sense in healthy subjects: randomized clinical trial. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 13(August), 276.
- Luhtanen, P. H., & Blomqvist, M. T. (1996). Kinematics of clear in junior badminton players. In *XIV symposium on biomechanics in sports* (pp. 236–239). Portugal: Universidade Tecnica de Lisboa.
- Mahmudieh, B., Faezi, G., Alizadeh, M. H., & Rahnama, N. (2013). Common injuries in iranian female elite badminton players. *Global Journal of Science, Engineering and Technology*, 12(1), 24–28.
- Miyake, E., Yatsunami, M., Kurabayashi, J., Teruya, K., Sekine, Y., Endo, T., Nishida, R., Takano, N., Sato, S., & Jae Kyung, H. (2016). A prospective epidemiological study of injuries in japanese national tournament-level badminton players from junior high school to university. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(1), e29637.

- Miyazato, M., Urabe, Y., Yamanaka, Y., Ueda, Y., Yamaguchi, O., Kanai, K., & Kimura, H. (2008). The effects of various angular velocities on knee kinesthesia. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 57(5), 563–568.
- Nagai, T., Sell, T. C., House, A. J., Abt, J. P., & Lephart, S. M. (2013). Knee proprioception and strength and landing kinematics during a single-leg stop-jump task. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 31–8.
- Nodehi-Moghadam, A., Nasrin, N., Kharazmi, A., & Eskandari, Z. (2013). A comparative study on shoulder rotational strength, range of motion and proprioception between the throwing athletes and non-athletic persons. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(1), 34–40.
- Oliveira, R., Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2010). Cryotherapy impairs knee joint position sense. *International Journal of Sports Medicine*, 31(3), 198–201.
- Ozmun, J., Thieme, H., Ingersoll, C., & Knight, K. (1996). Cooling does not affect knee proprioception. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 455–61.
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651–97.
- Refshauge, K. M., Chan, R., Taylor, J. L., & McCloskey, D. I. (1995). Detection of movements imposed on human hip, knee, ankle and toe joints. *The Journal of Physiology*, 488 ( Pt 1), 231–41.
- Ribeiro, F., Moreira, S., Neto, J., & Oliveira, J. (2013). Is the deleterious effect of cryotherapy on proprioception mitigated by exercise? *International Journal of Sports Medicine*, 34(5), 444–8.
- Røijezon, U., Clark, N. C., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual Therapy*, 20(3), 368–77.
- Rubley, M. D., Denegar, C. R., Buckley, W. E., & Newell, K. M. (2003). Cryotherapy, sensation, and isometric-force variability. *Journal of Athletic Training*, 38(2), 113–119.
- Selkow, N. M., & Rivas, S. (2014). The effect of two cooling modalities on knee joint position sense. *Journal of Athletic Enhancement*, 03(05), 3–5.
- Shariff, A. H., George, J., & Ramlan, A. A. (2009). Musculoskeletal injuries among malaysian badminton players. *Singapore Medical Journal*, 50(11), 1095–7.
- Sherrington CS. (1906). *The integrative action of the nervous system*. (Cambridge University Press, Ed.). Cambridge, UK.
- Shidahara, H., Deie, M., Niimoto, T., Shimada, N., Toriyama, M., Adachi, N., ... Ochi, M. (2011). Prospective study of kinesthesia after ACL reconstruction. *International Journal of Sports Medicine*, 32(5), 386–92.
- Surenkok, O., Aytar, A., Akman, M. N., & Tüzün, E. H. (2008). Cryotherapy impairs knee joint position sense and balance, *16*, 69–73.

- Tavares, N., & Castro, M. A. (2017). Estudo piloto: posição angular de flexão do ombro no momento de impacto no volante nos batimentos de badminton clear, amortie e remate. In *7º Congresso Nacional de Biomecânica* (pp. 1–5). Guimarães (Portugal).
- Tremblay, F., Estephan, L., Legendre, M., & Sulpher, S. (2001). Influence of local cooling on proprioceptive acuity in the quadriceps muscle. *Journal of Athletic Training*, *36*(2), 119–123.
- Tsai, C.-L., Huang, C., Chang, S.-S., & Lai, C.-M. (2003). Biomechanical analysis between badminton standing smash and jumping smash in the different target set up. In P. Milburn (Ed.), *International Society of Biomechanics XIXth Congress: the human body in motion* (p. 393). Dunedin, University of Otago: Dunedin: International Society of Biomechanics.
- Tsai, C.-L., Huang, C., Lin, D. C., Chang, S. S., & Cheng, C.-C. (2001). Biomechanical analysis of the upper extremity between badminton smash and drop shot. In *Proceeding of ISB XVIIIth* (pp. 6–9).
- Uchio, Y., Ochi, M., Fujihara, A., Adachi, N., Iwasa, J., & Sakai, Y. (2003). Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*(1), 131–5.
- Wassinger, C. A., Myers, J. B., Gatti, J. M., Conley, K. M., & Lephart, S. M. (2007). Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *Journal of Athletic Training*, *42*(1), 84–9.
- Watanabe, T., Terabayashi, N., Shi, B., Shin, S., Kasuga, K., Yabumoto, T., Shimizu, K., & Matsuoka, T. (2013). Effects of cryotherapy on joint position sense and intraarticular blood flow volume in healthy knee joints. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, *2*(2), 243–250.
- Yung, P. S.-H., Chan, R. H.-K., Wong, F. C.-Y., Cheuk, P. W.-L., & Fong, D. T.-P. (2007). Epidemiology of injuries in Hong Kong elite badminton athletes. *Res Sports Med.*, *15*(2), 133–46.

# Apêndice 1

---

Síntese dos resultados dos estudos  
encontrados relativos ao efeito da crioterapia  
na SPA do joelho, tornozelo e ombro

**Resultados presentes nos estudos encontrados relativos ao efeito da crioterapia na SPA do joelho.**

Autores	Intervenção	Movimento analisado	Resultados (°)								
			Antes da intervenção			Depois da intervenção			15 min após intervenção		
			EA	ER	EV	EA	ER	EV	EA	ER	EV
<i>Ozmun et al.</i>	Saco com gelo	MA. PI: 90° de flexão. PF: 60° de flexão.	-	-	-	-	3,3 ± 9,6	-	-	-	-
		MA. PI: 60° de flexão. PF: 30° de flexão.	-	-	-	-	-4,2 ± 13,2	-	-	-	-
		MA. PI: 60° de flexão. PF: máxima extensão.	-	-	-	-	-1,4 ± 10,5	-	-	-	-
	Repouso	MA. PI: 90° de flexão. PF: 60° de flexão.	-	-	-	-	1,1 ± 9,4	-	-	-	-
		MA. PI: 60° de flexão. PF: 30° de flexão.	-	-	-	-	-5,2 ± 10,1	-	-	-	-
		MA. PI: 60° de flexão. PF: máxima extensão.	-	-	-	-	-4,3 ± 15,5	-	-	-	-
<i>Uchio et al.</i>	Dispositivo	MA. PI: 90° de flexão. PF: 5-25° de flexão.	4,8 ± 1,6	-	-	6,5 ± 2,1	-	-	5,7 ± 1,7	-	-
<i>Surenkok et al.</i>	Gel frio	MP. PI: 90° de flexão. PF: 45° de flexão.	46,18 ± 2,66*			45,78 ± 5,47*			-	-	-
		MP. PI: 0° de flexão. PF: 45° de flexão.	44,25 ± 1,09*			43,20 ± 3,77*			-	-	-
	Spray	MP. PI: 90° de flexão. PF: 45° de flexão.	44,87 ± 2,57*			42,99 ± 4,89*			-	-	-
		MP. PI: 0° de flexão. PF: 45° de flexão.	44,34 ± 1,54*			43,80 ± 1,05*			-	-	-
<i>Oliveira et al.</i>	Gelo quadricípete	MA. PI: 90° de flexão. PF: 40-60° de flexão.	4,7 ± 3,0	4,7 ± 3,0	-	6,9 ± 4,8	6,9 ± 4,8	-	-	-	
	Gelo joelho	MA. PI: 90° de flexão. PF: 40-60° de flexão.	4,6 ± 2,9	4,6 ± 2,9	-	6,8 ± 4,7	6,8 ± 4,7	-	-	-	
<i>Costello et al.</i>	Imersão fria	MA. PI: 90° de flexão. PF: ~35° de flexão.	4,5 ± 3,3	3,3 ± 4,7	1,9 ± 1,1	5,4 ± 2,5	4,6 ± 3,7	1,7 ± 1,5	-	-	-
		MA. PI: 90° de flexão. PF: ~55° de flexão.	2,9 ± 2,7	2,5 ± 3,1	1,9 ± 0,9	5,6 ± 3,1	4,0 ± 5,2	2,0 ± 1,2	-	-	-
		MA. PI: 90° de flexão. PF: ~75° de flexão.	3,0 ± 1,9	0,5 ± 3,5	1,0 ± 0,7	3,2 ± 2,9	0,6 ± 4,3	1,6 ± 1,2	-	-	-

	Imersão morna	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> ~35° de flexão.	5,5 ± 2,2	3,7 ± 4,6	1,7 ± 1,7	4,9 ± 3,2	4,0 ± 4,3	1,9 ± 1,6	—	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> ~55° de flexão.	4,4 ± 3,7	2,7 ± 5,1	1,7 ± 0,9	3,6 ± 1,9	2,4 ± 3,1	1,7 ± 0,9	—	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> ~75° de flexão.	3,3 ± 2,5	-1,1 ± 4,0	1,2 ± 0,7	2,3 ± 1,2	1,0 ± 2,3	1,2 ± 0,9	—	—	—
<i>Costello et al.</i>	Ar gelado	<b>MA. PI:</b> 10° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.	2,1 ± 2,2	1,5 ± 2,6	1,0 ± 0,7	2,7 ± 1,7	2,0 ± 2,5	1,0 ± 0,7	2,6 ± 2,2	1,1 ± 3,3	1,2 ± 0,7
		<b>MA. PI:</b> 30° de flexão. <b>PF:</b> 60° de flexão.	4,4 ± 3,0	4,0 ± 3,5	1,9 ± 0,8	5,2 ± 2,4	5,2 ± 2,4	1,7 ± 0,9	4,8 ± 2,5	3,7 ± 4,2	4,2 ± 0,8
		<b>MA. PI:</b> 60° de flexão. <b>PF:</b> 90° de flexão.	3,9 ± 2,0	3,4 ± 2,6	1,6 ± 1,1	3,7 ± 2,5	3,5 ± 1,1	1,4 ± 0,9	2,8 ± 1,7	2,2 ± 2,4	1,7 ± 0,6
	Ar frio	<b>MA. PI:</b> 10° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.	2,1 ± 1,3	-0,4 ± 2,4	1,1 ± 0,7	2,3 ± 1,3	0,6 ± 2,6	1,3 ± 0,8	2,4 ± 1,9	0,4 ± 3,0	1,2 ± 0,6
		<b>MA. PI:</b> 30° de flexão. <b>PF:</b> 60° de flexão.	3,0 ± 2,0	1,9 ± 3,1	2,5 ± 0,9	2,9 ± 2,0	1,7 ± 3,0	1,3 ± 0,9	2,8 ± 1,8	1,5 ± 3,0	1,2 ± 0,8
		<b>MA. PI:</b> 60° de flexão. <b>PF:</b> 90° de flexão.	2,4 ± 2,4	1,6 ± 3,0	1,3 ± 0,8	1,5 ± 1,0	1,1 ± 1,4	0,8 ± 0,5	1,7 ± 1,4	0,7 ± 2,1	0,7 ± 0,8
<i>Ribeiro et al.</i>	Gelo + exercício	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 40-60° de flexão.	1,67 ± 1,14	1,01 ± 1,62	1,23 ± 0,94	5,28 ± 1,91	4,44 ± 2,74	**	2,23 ± 1,26	**	**
	Gelo + repouso	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 40-60° de flexão.	1,78 ± 1,25	1,56 ± 1,60	1,51 ± 0,78	5,56 ± 2,22	4,30 ± 4,64	**	3,86 ± 1,94	**	**
<i>Watanabe et al.</i>	Dispositivo 15 min	<b>MA. PI:</b> posição neutra. <b>PF:</b> 5-75° de flexão.	3,51 ± 0,32	—	—	4,52 ± 0,48	—	—	4,74 ± 0,38	—	—
	Dispositivo 2 min	<b>MA. PI:</b> posição neutra. <b>PF:</b> 5-75° de flexão.	3,84 ± 0,37	—	—	3,58 ± 0,38	—	—	3,66 ± 0,43	—	—
	Repouso	<b>MA. PI:</b> posição neutra. <b>PF:</b> 5-75° de flexão.	3,93 ± 0,34	—	—	—	—	—	3,65 ± 0,32	—	—
<i>Selkow et al.</i>	Saco com gelo	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.		29,9 ± 6,9*			28,0 ± 4,4*		—	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 45° de flexão.		46,4 ± 6,9*			46,9 ± 6,2*		—	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 70° de flexão.		75,1 ± 4,7*			74,3 ± 4,0*		—	—	—
	Ar gelado	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.		31,4 ± 6,0*			30,3 ± 4,2*		—	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 45° de flexão.		44,6 ± 4,8*			44,7 ± 3,3*		—	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 70° de flexão.		73,7 ± 2,5*			73,2 ± 3,0*		—	—	—

<i>Eftekhari et al.</i>	Saco com gelo	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.	4,3 ± 2,57	—	—	5,02 ± 3,18	—	—	4,24 ± 2,69***	—	—
		<b>MP. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.	10,79 ± 5,27	—	—	9,08 ± 5,86	—	—	9,28 ± 6,84***	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 45° de flexão.	4,85 ± 3,10	—	—	3,5 ± 2,79	—	—	4,85 ± 3,10***	—	—
		<b>MP. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 45° de flexão.	10,24 ± 6,79	—	—	9,13 ± 5,44	—	—	9,21 ± 7,07***	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 60° de flexão.	4,30 ± 2,81	—	—	6,49 ± 3,66	—	—	6,37 ± 3,88***	—	—
		<b>MP. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 60° de flexão.	5,71 ± 4,19	—	—	4,25 ± 2,78	—	—	5,03 ± 3,28***	—	—
	Repouso	<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.	5,35 ± 4,42	—	—	4,17 ± 2,04	—	—	5,01 ± 4,21***	—	—
		<b>MP. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 30° de flexão.	8,2 ± 4,96	—	—	8,97 ± 4,16	—	—	9,26 ± 3,61***	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 45° de flexão.	5,97 ± 2,82	—	—	4,26 ± 2,92	—	—	4,71 ± 4,38***	—	—
		<b>MP. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 45° de flexão.	9,00 ± 6,51	—	—	7,05 ± 3,69	—	—	7,63 ± 3,89***	—	—
		<b>MA. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 60° de flexão.	6,16 ± 3,64	—	—	5,00 ± 1,92	—	—	5,42 ± 3,91***	—	—
		<b>MP. PI:</b> 90° de flexão. <b>PF:</b> 60° de flexão.	5,21 ± 2,82	—	—	5,21 ± 3,38	—	—	6,67 ± 3,66***	—	—
<i>Lins et al.</i>	Sacos com gelo	<b>MA. PI:</b> máxima extensão. <b>PF:</b> 45° de flexão.	2,1 ± 1,1	—	—	5,2 ± 2,1	—	—	—	—	—
		<b>MA. PI:</b> máxima extensão. <b>PF:</b> 35° de flexão.	3,3 ± 3,0	—	—	4,5 ± 3,0	—	—	—	—	—
	Repouso	<b>MA. PI:</b> máxima extensão. <b>PF:</b> 45° de flexão.	4,0 ± 2,4	—	—	4,4 ± 3,0	—	—	—	—	—
		<b>MA. PI:</b> máxima extensão. <b>PF:</b> 35° de flexão.	2,3 ± 1,5	—	—	3,2 ± 3,0	—	—	—	—	—
<i>Alexander et al.</i>	Saco com gelo	<b>MA.</b> Ligeira flexão do joelho.	49,1 ± 15,1*		45,1 ± 13,7*		—	—	—	—	

\* Os autores não efetuaram o cálculo de EA, ER e EV.

\*\* Os restantes valores são dados em forma de gráfico. Para além disso são dados valores aos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min.

\*\*\* Medição da SPA efetuada após 20 min da intervenção.

**Resultados presentes nos estudos encontrados relativos ao efeito da crioterapia na SPA do tornozelo.**

Autores	Intervenção	Movimento analisado	Resultados (°)								
			Antes da intervenção			Depois da intervenção			15 min após intervenção		
			EA	ER	EV	EA	ER	EV	EA	ER	EV
<i>LaRiviere et al.</i>	Imersão em água fria 20 min	MA. PF: 30° de flexão plantar.	*	–	–	3,65 ± 2,33	–	–	–	–	–
		MA. PF: 40° de flexão plantar.	*	–	–	3,94 ± 1,72	–	–	–	–	–
	Imersão em água fria 5 min	MA. PF: 30° de flexão plantar.	*	–	–	*	–	–	–	–	–
		MA. PF: 40° de flexão plantar.	*	–	–	*	–	–	–	–	–
	Repouso	MA. PF: 30° de flexão plantar.	*	–	–	*	–	–	–	–	–
		MA. PF: 40° de flexão plantar.	*	–	–	*	–	–	–	–	–
<i>Hopper et al.</i>	Imersão em água fria	MA. 40% da inversão do tornozelo.	*	–	–	2,5 ± 1,9	–	–	–	–	–
		MA. 80% da inversão do tornozelo.	*	–	–	3,3 ± 2,7	–	–	–	–	–
<i>Khanmohammadi et al.</i>	Imersão em água fria	MA. PI: neutra. PF: 10° de flexão dorsal.	–	0,30 ± 2,58	–	–	-0,06 ± 2,76	–	–	0,37 ± 2,49	–
		MP. PI: neutra. PF: 10° de flexão dorsal.	–	1,44 ± 1,97	–	–	0,77 ± 1,56	–	–	0,84 ± 1,48	–
		MA. PI: neutra. PF: 20° de flexão plantar.	–	1,44 ± 3,14	–	–	1,30 ± 2,89	–	–	1,67 ± 2,98	–
		MP. PI: neutra. PF: 10° de flexão plantar.	–	1,87 ± 3,33	–	–	1,30 ± 2,89	–	–	1,67 ± 2,98	–
<i>Balakrishnan et al.</i>	Imersão em água fria	MA. PI: neutra. PF: 10° de flexão dorsal.	75,0 ± 7,48**			72,05 ± 7,28**			75,65 ± 8,46**		
		MA. PI: neutra. PF: flexão plantar média	130,15 ± 11,77**			126,20 ± 12,37**			131,15 ± 11,44**		

\* Sem referência.

\*\* Os autores não efetuaram o cálculo de EA, ER e EV.

**Resultados presentes nos estudos encontrados relativos ao efeito da crioterapia na SPA do ombro.**

Autores	Intervenção	Movimento analisado	Resultados (°)								
			Antes da intervenção			Depois da intervenção			15 min após intervenção		
			EA	ER	EV	EA	ER	EV	EA	ER	EV
<i>Dover et al.</i>	Saco com gelo	MA. PI: 90° de abdução do ombro e flexão do cotovelo. PF: PI + rotação interna máxima.	4,5 ± 2,8	1,7 ± 4,6	2,9 ± 1,8	4,1 ± 2,1	0,8 ± 4,5	2,7 ± 1,2	—	—	—
		MA. PI: 90° de abdução do ombro e flexão do cotovelo. PF: PI + rotação externa máxima.	2,9 ± 1,6	0,3 ± 2,7	2,5 ± 1,6	3,8 ± 2,2	0,2 ± 3,8	2,5 ± 2,0	—	—	—
	Repouso	MA. PI: 90° de abdução do ombro e flexão do cotovelo. PF: PI + rotação interna máxima.	4,5 ± 2,5	1,7 ± 3,9	3,3 ± 2,3	3,9 ± 1,9	1,4 ± 3,6	2,7 ± 1,5	—	—	—
		MA. PI: 90° de abdução do ombro e flexão do cotovelo. PF: PI + rotação externa máxima.	3,4 ± 1,9	-0,2 ± 3,5	2,4 ± 1,7	3,1 ± 1,7	-0,2 ± 3,3	1,9 ± 1,1	—	—	—
<i>Wassinger et al.</i>	Saco com gelo	MA. PI: 90° de flexão do ombro e extensão do cotovelo. PF: 20° de flexão do ombro.	Pré-teste 1: 0,08 ± 0,06* Pré-teste 2: 0,06 ± 0,05*			Pós-teste: 0,07 ± 0,05*			—	—	—
		MA. PI: 20° de flexão do ombro e extensão do cotovelo. PF: 90° de flexão do ombro.	Pré-teste 1: 0,06 ± 0,03* Pré-teste 2: 0,05 ± 0,05*			Pós-teste: 0,05 ± 0,02*			—	—	—
<i>Duarte et al.</i>	GE: saco com gelo ♂	MA. PI: 90° de abdução do ombro e flexão do cotovelo. PF: PI + 75° rotação externa.	1,7 ± 0,8	—	—	3,3 ± 1,9	—	—	—	—	—
	GE: saco com gelo ♀		1,5 ± 0,8	—	—	2,7 ± 0,8	—	—	—	—	—
	GC: saco com gelo ♂		**	—	—	**	—	—	—	—	—
	GC: saco com gelo ♀		**	—	—	**	—	—	—	—	—

\* Foram efetuadas duas medições antes da aplicação do método de crioterapia. As medições foram feitas avaliando os cm de desvio para a posição esperada.

\*\* Apenas são apresentados em gráfico os valores dos percentis 25, 75 e da mediana do EA na SPA.

# Apêndice 2

---

Consentimento Informado, Livre e Esclarecido  
com uma declaração para os pais autorizarem a  
participação de atletas com menos de 18 anos

# **Consentimento Informado, Livre e Esclarecido**

de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo

*Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.*

**TÍTULO DO ESTUDO:** Tempo necessário para restaurar a proprioceção do ombro após a aplicação de gelo em atletas de badminton.

**ENQUADRAMENTO:** Investigação científica enquadrada na dissertação final do Mestrado em Fisioterapia – Especialização do Movimento Humano do aluno Nuno André dos Santos Tavares, realizado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra no ano letivo 2015/2016.

**OBJETIVO:** Determinar quanto tempo é necessário após uma aplicação de gelo, para a proprioceção do ombro de um atleta de badminton voltar a ficar igual ao que estava.

**EXPLICAÇÃO DO ESTUDO:** Cada atleta vai ser avaliado nas componentes da proprioceção: sensação de posição articular, cinestesia ou sensação de tensão muscular, em vários momentos temporais ao longo de 1 hora, antes e após uma aplicação de gelo com 15 minutos de duração. O estudo vai ser realizado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra.

**CONDIÇÕES E FINANCIAMENTO:** As deslocações para o local do estudo serão efetuadas pelo investigador responsável caso o participante assim o solicite. O participante será informado no final do estudo, se assim o desejar, de todos os resultados recolhidos durante a sessão de avaliação. Não existem riscos potenciais inerentes à participação neste estudo. A escolha de participar ou não no estudo é voluntária. Pode abandonar o estudo a qualquer momento, se assim o desejar, tendo apenas de comunicar verbalmente, sem que tal facto tenha consequências para si.

**CONFIDENCIALIDADE:** Este estudo não apresenta qualquer fim lucrativo e/ou comercial. Todos os dados recolhidos apenas serão utilizados no presente estudo, para fins estatísticos, sendo garantida a confidencialidade e uso exclusivo dos mesmos, bem como o anonimato do participante (a sua identificação nunca será tornada pública).

**Obrigado pela sua colaboração,  
O investigador responsável pelo estudo**

---

Nuno André dos Santos Tavares  
E:mail: [fnunotavares@gmail.com](mailto:fnunotavares@gmail.com) Telemóvel: 911170929

**Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo investigador.**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**NO CASO DO PARTICIPANTE SER MENOR O SEU ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO DEVERÁ PREENCHER ESTE CONJUNTO DE DADOS**  
(se o menor tiver discernimento deve também assinar em cima, se consentir)

**Nome:** \_\_\_\_\_

**BI/CD n°:** \_\_\_\_\_ **Data de validade:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Grau de parentesco ou tipo de representação:** \_\_\_\_\_

Eu, \_\_\_\_\_,  
concordo que o meu educando \_\_\_\_\_,  
participe no estudo científico anteriormente descrito.

**Assinatura:** \_\_\_\_\_

**ESTE DOCUMENTO É FEITO EM DUPLICADO: UMA VERSÃO FICARÁ PARA O INVESTIGADOR E A OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE**

# Apêndice 3

---

Grelha com a ordem  
das componentes a avaliar

*Antes da eliminação da cinestesia*

Atleta	ORDEM DE AVALIAÇÃO		
	1ª componente	2ª componente	3ª componente
1	SPA ativa	Cinestesia	Tensão muscular
2	SPA ativa	Tensão muscular	Cinestesia
3	Cinestesia	SPA ativa	Tensão muscular
4	Cinestesia	Tensão muscular	SPA ativa
5	Tensão muscular	SPA ativa	Cinestesia
6	Tensão muscular	Cinestesia	SPA ativa
7	SPA ativa	Cinestesia	Tensão muscular
8	SPA ativa	Tensão muscular	Cinestesia
9	Cinestesia	SPA ativa	Tensão muscular
10	Cinestesia	Tensão muscular	SPA ativa
11	Tensão muscular	SPA ativa	Cinestesia
12	Tensão muscular	Cinestesia	SPA ativa
13	SPA ativa	Cinestesia	Tensão muscular
14	SPA ativa	Tensão muscular	Cinestesia
15	Cinestesia	SPA ativa	Tensão muscular
16	Cinestesia	Tensão muscular	SPA ativa
17	Tensão muscular	SPA ativa	Cinestesia
18	Tensão muscular	Cinestesia	SPA ativa
19	SPA ativa	Cinestesia	Tensão muscular
20	SPA ativa	Tensão muscular	Cinestesia
21	Cinestesia	SPA ativa	Tensão muscular
22	Cinestesia	Tensão muscular	SPA ativa
23	Tensão muscular	SPA ativa	Cinestesia
24	Tensão muscular	Cinestesia	SPA ativa
25	SPA ativa	Cinestesia	Tensão muscular
26	SPA ativa	Tensão muscular	Cinestesia
27	Cinestesia	SPA ativa	Tensão muscular
28	Cinestesia	Tensão muscular	SPA ativa
29	Tensão muscular	SPA ativa	Cinestesia
30	Tensão muscular	Cinestesia	SPA ativa

*Após da eliminação da cinestesia*

Atleta	ORDEM DE AVALIAÇÃO	
	1ª componente	2ª componente
1	SPA ativa	Tensão muscular
2	Tensão muscular	SPA ativa
3	SPA ativa	Tensão muscular
4	Tensão muscular	SPA ativa
5	SPA ativa	Tensão muscular
6	Tensão muscular	SPA ativa
7	SPA ativa	Tensão muscular
8	Tensão muscular	SPA ativa
9	SPA ativa	Tensão muscular
10	Tensão muscular	SPA ativa
11	SPA ativa	Tensão muscular
12	Tensão muscular	SPA ativa
13	SPA ativa	Tensão muscular
14	Tensão muscular	SPA ativa
15	SPA ativa	Tensão muscular
16	Tensão muscular	SPA ativa
17	SPA ativa	Tensão muscular
18	Tensão muscular	SPA ativa
19	SPA ativa	Tensão muscular
20	Tensão muscular	SPA ativa
21	SPA ativa	Tensão muscular
22	Tensão muscular	SPA ativa
23	SPA ativa	Tensão muscular
24	Tensão muscular	SPA ativa
25	SPA ativa	Tensão muscular
26	Tensão muscular	SPA ativa
27	SPA ativa	Tensão muscular
28	Tensão muscular	SPA ativa
29	SPA ativa	Tensão muscular
30	Tensão muscular	SPA ativa

# Apêndice 4

---

Explicação inicial  
da experiência ao participante

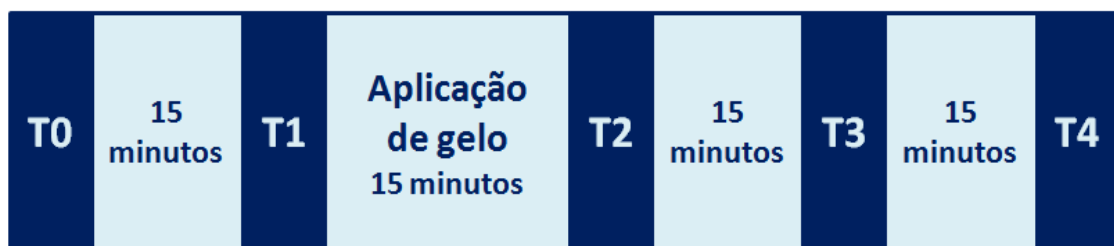
## Instruções iniciais para o participante do estudo

**OBJETIVO DO ESTUDO:** Determinar quanto tempo é necessário após uma aplicação de gelo, para a proprioceção do ombro de um atleta de badminton voltar a ficar igual ao que estava.

**ENQUADRAMENTO:** Investigação científica enquadrada na dissertação final do Mestrado em Fisioterapia – Especialização do Movimento Humano do aluno Nuno André dos Santos Tavares, realizado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra no ano letivo 2015/2016.

### **EXPLICAÇÃO DETALHADA DA RECOLHA:**

- 1) Avaliação de alguns parâmetros como altura, peso e prega adiposa tricipital.
- 2) Avaliação no dinamómetro isocinético da força muscular máxima do ombro dominante na posição de 149° da diagonal do ombro feita na posição de pé.
- 3) Avaliação de **2 componentes da proprioceção** nos momentos T0, T1, T2, T3 e T4:
  - **SENSAÇÃO DE POSIÇÃO ARTICULAR:** Estarás de pé no dinamómetro isocinético, com os olhos vendados e com auscultadores. O teu ombro dominante estará na amplitude máxima possível. Quando te for dado um sinal tátil deverás mover o teu braço para a frente. O dinamómetro irá parar na posição 149° e dar-te-á 10 segundos para memorizares essa posição. Em seguida voltarás novamente para a amplitude máxima do teu ombro. Quando te for dado novo sinal tátil deverás mover o teu braço para a frente e carregar num interruptor ao sentir que atingiste a posição anteriormente memorizada. Este procedimento será repetido 3 vezes.
  - **SENSAÇÃO DE TENSÃO MUSCULAR:** Estarás de pé no dinamómetro isocinético e tentarás reproduzir três vezes 50% da tua força máxima do ombro, olhando para um ecrã que te indica qual o valor a atingir. Em seguida irás reproduzir o mesmo teste mas com os olhos vendados.
- 4) Aplicação direta de gelo no ombro durante 15 minutos.



**TEMPO DA RECOLHA:** Cerca de uma hora e vinte minutos.

**MATERIAL NECESSÁRIO:** Uma camisola que permita a fácil aplicação do gelo diretamente na pele da região do ombro.

# **Apêndice 5**

---

Folha de registo  
dos resultados obtidos

## Registo dos resultados obtidos

**Nome:**

**Idade:**

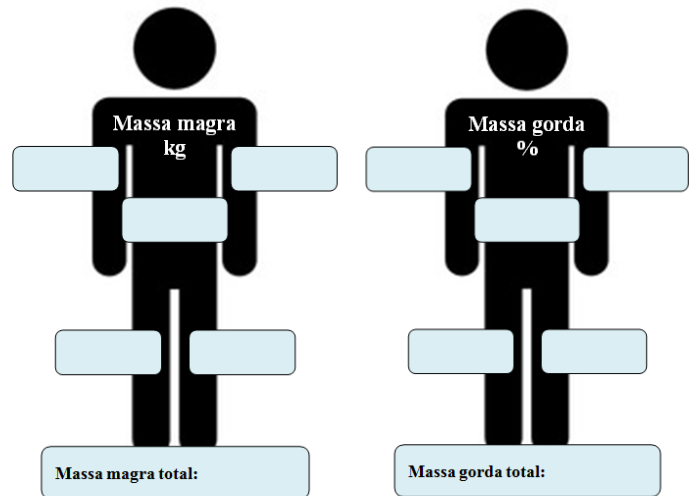
**Altura:**

**Peso:**

**Treinos semanais:**

**Anos de prática da modalidade:**

**Prega adiposa tricipital:**



**Força isométrica máxima (149°):**

**50% da força isométrica máxima (149°):**

Temperatura superficial do ombro				
T0	T1	T2	T3	T4

	Momento de medição	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3
<b>SPA</b>	T0			
	T1			
	T2			
	T3			
	T4			

	Momento de medição	Repetição 1	Repetição 2	Repetição 3
<b>STM</b>	T0			
	T1			
	T2			
	T3			
	T4			

# Apêndice 6

---

Cálculo da distribuição das variáveis

## Cálculo da distribuição das variáveis

Antes de verificar qualquer significância estatística dos resultados foi efetuada uma análise da distribuição das variáveis de forma a selecionar qual o tipo de teste mais adequado: paramétrico ou não paramétrico. Como a amostra desta investigação é inferior a 50 indivíduos, utilizou-se o teste estatístico *Shapiro Wilk* para verificar a normalidade na distribuição das variáveis. Assim sendo, um valor de *p-value* igual ou superior a 0,05 conferia uma distribuição normal à variável e consequente aplicação de testes estatísticos paramétricos. Por sua vez, um *p-value* inferior a 0,05 indicaria a não existência de distribuição normal nessa variável, obrigando à realização de testes estatísticos não paramétricos.

Valores de *p-value* do teste *Shapiro Wilk* para todas as variáveis dependentes que serão alvo de posterior análise.

		T1	T2	T3	T4
<b>SPA</b>	<b>EA</b>	0,000 Teste não paramétrico	0,000 Teste não paramétrico	0,006 Teste não paramétrico	0,005 Teste não paramétrico
	<b>ER</b>	0,020 Teste não paramétrico	0,059 Teste paramétrico	0,131 Teste paramétrico	0,923 Teste paramétrico
	<b>EV</b>	0,083 Teste paramétrico	0,020 Teste não paramétrico	0,084 Teste paramétrico	0,008 Teste não paramétrico
<b>STM</b>	<b>EA</b>	0,000 Teste não paramétrico	0,000 Teste não paramétrico	0,001 Teste não paramétrico	0,007 Teste não paramétrico
	<b>ER</b>	0,000 Teste não paramétrico	0,040 Teste não paramétrico	0,215 Teste paramétrico	0,786 Teste paramétrico
	<b>EV</b>	0,307 Teste paramétrico	0,001 Teste não paramétrico	0,004 Teste não paramétrico	0,003 Teste não paramétrico
<b>Temperatura</b>		0,232 Teste paramétrico	-	0,176 Teste paramétrico	0,058 Teste paramétrico

Após esta exploração, constata-se que as variáveis relacionadas com a proprioção apresentam predominantemente uma distribuição não normal. No entanto, é possível observar dois tipos de distribuição dos resultados, o que sugeria a posterior aplicação tanto de testes estatísticos paramétricos como não paramétricos. Porém de modo a uniformizar e simplificar os resultados, optou-se por analisar as variáveis relacionadas com a proprioção, recorrendo unicamente a testes estatísticos não paramétricos.

Por sua vez, todas as variáveis relacionadas com a temperatura apresentaram uma distribuição normal dos resultados. Neste caso, analisaram-se os resultados recorrendo a testes estatísticos paramétricos.